



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Auvere elektriijaama punkrite põlevkivi jaotussüsteemi projekt.

Development of a oilshale distribution system for bins at the Auvere power plant.

Tootmise automatiseerimine ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Aleksandr Konovalov

Üliõpilaskood: 231053RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Проект по предложению новой системы
распределения сланца по бункерам электростанции
Auvre.**

Tootmise automatiseerimine ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Aleksandr Konovalov

Üliõpilaskood: 231053RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"28" veebruar 2023.

Autor: Aleksandr Konovalov

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele "... "
..... 20..... .

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud ".... " 20..... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Aleksandr Konovalov (sünnikuupäev: 07.08.1989)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Auvere elektriijaama punkrite põlevkivi jaotussüsteemi projekt mille juhendaja on Sergei Pavlov, lektor

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Aleksandr Konovalov, 201053RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/09 Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): Lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: Maksim Alekseev, Jaoskonna juhataja

Enefit Power KET Auvere, +372 5267331, maksim.alekseev@enefit.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Auvere elektrijaama punkrite põlevkivi jaotussüsteemi projekt.

(inglise keeles) Development of a oilshale distribution system for bunkers at the Auvere power plant.

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Olemasoleva kütusejaotussüsteemi puuduste analüüs
2. Pakkumise kütusejaotussüsteemi projekti väljatöötamise põhjeldus
3. Projekti komponentide valik ja P&I Diagrammi väljatöötamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö teema valik	Jaanuar
2.	Projekti põhielementide määratlemine	Veebruar
3.	Olemasoleva kütusejaotussüsteemi puuduste analüüs	Veebruar
4.	Põhikomponentide valik ja nende kirjeldus	Märt
5.	Uue kontrollsüsteemi pakkumine	Aprill
6.	Eelkaitsmine	Mai
7.	Lõputöö esitamise tähtaeg	Juuni

Töö keel: Vene keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "8"juuni 2023a

Üliõpilane: Aleksandr Konovalov "...."..... 20.... a

/allkiri/

Juhendaja: "...."..... 20.... a

/allkiri/

Konsultant:

"...."..... 20.... a

/allkiri/

Programmijuh:

"...."..... 20.... a

/allkiri/

SISUKORD

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
АББРЕВИАТУРЫ И СОКРАЩЕНИЯ	10
ВВЕДЕНИЕ	11
1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ ТОПЛИВА	13
1.1. Общая технологическая схема процесса	13
1.2. Описание устройства бункерной галереи	15
2. АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ СИСТЕМЫ MELONI	17
2.1. Meloni, недостатки по механике	17
2.1.1. Шибер	18
2.1.2. Ленточные конвейера	19
2.1.3. Очистители	19
2.1.4. Уплотнения	20
2.1.5. Течки	21
2.1.6. Аспирационные установки	22
2.1.7. Трудности при обслуживании и эксплуатации Meloni	22
2.2. Meloni, недостатки по автоматике и электрике	23
2.2.1. Управление и обратная связь	23
2.2.2. Логика заполнения бункеров	24
2.2.3. Система аспирации	24
2.2.4. Наиболее частые дефекты по электрике и автоматике	25
2.3. Рассмотрение экономических аспектов	25
2.3.1. Разгрузка или останов электростанции по причине перебоя поставки сланца в бункера	25
2.3.2. Ремонт и обслуживание действующей системы заполнения бункеров	26
2.4. Вывод о действующей системе Meloni	26
3. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛАНЦА	28
3.1. Общие характеристики	28
3.1.1. Характеристики ленточного конвейера	30
3.1.2. Плужковый сбрасыватель	30
3.1.3. Характеристики транспортируемого материала	31
3.2. Средства защиты и автоматики	32
3.2.1. Аварийный тросовый выключатель Siemens	32

3.2.2.	Индуктивный датчик скорости вращения Uproх TURCK DBi15U-K40SR-AP4X2	33
3.2.3.	Датчик бокового схода ленты SIEMENS 3SE7 310-AE00	34
3.2.4.	Датчик положения плужкового сбрасывателя Pepperl Fuchs NBB20-U1-A2	34
3.2.5.	Командное устройство аварийного останова Siemens DSB3801-0DF3..	35
3.2.6.	Пульт локального управления Siemens 3SU1803-0AB10-4HB1.....	35
3.2.7.	Сирена Муссо SNT-MB72-RGB со световой сигнализацией	36
3.2.8.	Датчик уровня Siemens Sitrans LC300	37
3.2.9.	Электропривод Аума	37
3.3.	Бункера сырого сланца БСС	38
3.3.1.	Датчик уровня радарного типа Indurad iSDR-P	39
4.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА СFB. SCADA	41
4.1.	Описание логики работы в автоматическом режиме на примере двух бункеров	43
5.	P&I DIAGRAM	44
	ВЫВОД.....	46
	КОККУVÖTE	48
	SUMMARY	49
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	50
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ОБЩАЯ СХЕМА(ФОТО).....	51
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ВАРИАНТ НОВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	52
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. P&I DIAGRAM	53

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный проект создавался на предприятии Enefit Power, на территории участка топливоподачи KET Auvere. Проект по разработке новой системы распределения сланца по бункерам электростанции Auvere, имеет большие преимущества перед действующей системой «Meloni». Новая система позволит эффективно справляться с существующими задачами, будет экономически выгодна и удобна в эксплуатации.

Ключевые слова:

Auvere, Meloni, OS-A и OS-B, конвейер, дивертер, плужковый сбрасыватель, сланец, P&ID схемы, датчики, SCADA.

АББРЕВИАТУРЫ И СОКРАЩЕНИЯ

OS-A - Oil Shale line A

OS-B - Oil Shale line B

BM – Biomass line

Meloni - Действующая на данный момент система распределения сланца по бункерам на электростанции Auvergne

БСС – Бункер сырого сланца

Течка – Короб, по которому сыпается подаваемый вид материала.

SCADA – Supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных, программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения или архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

P&ID – process and instrumentation diagram, диаграммы, которые показывают взаимосвязь технологического оборудования и приборов, используемых для управления процессом.

CFB – Circulating fluidized bed (циркулирующий кипящий слой), а так же название технологической группы, расположенной на бункерной галерее электростанции Auvergne

PLC - Programmable Logic Controller, программируемый логический контроллер

HZA – Pull cord switch, аварийный тросовый датчик.

ZSH/ZSL – Limit switch, концевой выключатель.

LSAHH- High level switch, датчик уровня.

KET – Kütuse etteanne

ВВЕДЕНИЕ

Главной целью любого производства является получение прибыли и повышение эффективности. Стремление к данным факторам заставляют производства расти развиваться и модернизироваться, чтобы идти в ногу со временем и быть конкурентоспособными на рынке.

Тема дипломной работы выбрана исходя из вышеперечисленных факторов.

На сегодняшний день на электростанции Аувере эксплуатируется система заполнения бункеров, как сланцевых, так и биомассы «Meloni». Данная система одноименной итальянской фирмы изначально была спроектирована для зерна и адаптирована под наши Эстонские реалии. Но были недостаточно учтены основополагающие моменты работы со сланцем и характеристики этого материала. Сильный абразивный износ брони и коробов в местах соприкосновения потока материала с эксплуатируемым оборудованием. Т.е. не были учтены в должной мере физические свойства сланца. Преобладающее содержание в сланце твердых частиц в виде камней (известняка).

Действующая система распределения топлива имеет слабую ремонтпригодность, толщина материалов в конструкции коробов и брони подобраны не оптимально. Так же сама конструкция устроена таким образом, что сильно затрудняет производить ремонтные работы и замену изношенных элементов оборудование.

Сезонный фактор.

В Эстонии на протяжении всего года держится высокий уровень влажности и регулярные осадки, что, несомненно, влияет на свойства подаваемого материала. Высокая влажность приводит к прилипанию сланца к коробам и как следствие забиванию и аварийным ситуациям, которые влекут за собой высокую вероятность останова электростанции и колоссальным финансовым потерям.

В сухой летний период возникает обратная ситуация. Действующая система распределения топлива имеет множество узлов пересыпа и падения топлива в каждом из которых возникает сильное пыление. Пыление в узлах пересыпа провоцирует высокую вероятность ложного срабатывания датчиков от завала и различных реле на которых эта пыль оседает. Так же пыление повышает вероятность возникновения взрывов воздушно пылевой смеси, тления и воспламенения осевшей пыли на полах.

Действующая система распределения топлива не имеет должного количества смотровых люков в узлах пересыпа материала, имеет много труднодоступных мест. Это приводит к большим трудностям при эксплуатации и обслуживании.

Влажность материала и скорость реакции на возникающие проблемы. Это два главных сопутствующих фактора при работе на топливоподаче. Для эффективной

работы необходимо оптимизировать процесс таким образом, чтоб эти два фактора были максимально учтены. Слабых мест должно быть как можно меньше.

Исходя из всего вышеперечисленного мы можем сделать вывод, что действующая система распределения топлива несовершенна. Эта система сильно зависит от сезонности. Совокупность недочётов и слабых мест даёт понять, что необходимы кардинальные изменения.

Цель дипломной работы – выявить основные недочёты действующей системы и предложить новый вариант технологической группы распределения материала по бункерам сырого сланца. Новая система распределения, будет конструктивно проще действующей, но при этом гораздо производительней, удобной в эксплуатации, дешевой в обслуживании и ремонте. Простота конструкции оборудования максимально снизит аварийность и вероятность разгрузки или простоя станции. Благодаря серьёзной экономии на обслуживании и низкой аварийности, новая система распределения материала по бункерам окупит себя за короткий период времени и гарантирует уверенную стабильную работу на долгие годы эксплуатации.

Задачей проекта является:

- Обоснование необходимости предлагаемого проекта.
- Выявление и анализ недостатков существующей системы "Meloni"
- Смоделировать новую систему распределения материала.
- Определить характеристики и параметры нового оборудования.
- Подобрать средства защиты и автоматики для разработки новой технологической группы.
- Предложить новый вариант визуализации и управления технологической группы "CFB".
- Составление P&I Diagram

1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

Главной задачей участка топливopодачи является своевременная и бесперебойная подача сланца от производителя (шахта, карьер) к потребителю (электростанция, заводы масел)

Топливopодача является одним из основных элементов сланцевой энергетики и сланцехимической отрасли. Для этого существует целое подразделение в сферу деятельности которого входят:

- Склады сланца. На участке КЕТ Auvere это так называемый «объединенный склад». На нем хранится сланец, доставляемый с карьера Narva, который в будущем будет подан на электростанцию Auvere, заводы масел Enefit 140, Enefit 280-1, Enefit 280-2.
- Вогонoопрoкидыватели. Необходимы в случае, если сланец доставляется на территорию предприятия в вагонах по железной дороге.
- Дробильные корпуса. Главной задачей дробильных корпусов является изменение фракции сланца до тех размеров, которые необходимы конечному потребителю. Изменение фракции достигается при помощи просеивающих агрегатов и различного типа дробилок.
- Узлы металлосепарации. Во избежание аварийных ситуаций при производстве энергии и масла, сланец должен быть максимально очищен от металла. Металл попадает в сланец в процессе добычи, транспортировки и складирования. Удаляется металл из подаваемого топлива посредством электромагнитов и металлодетекторов.
- Конвейера. На участке топливopодачи применяются различные типы конвейеров, ленточные, цепные, скребковые. Общая протяженность всех конвейеров превышает несколько километров.
- Электрические подстанции. На территории КЕТ Auvere расположено три силовых подстанции, питающие оборудование.
- Здание операторской из которого осуществляется управление участком КЕТ Auvere. В данном строении находится пульт управления топливopодачи с операторской станцией, серверная комната, где располагается вся автоматика топливopодачи включая контроллер и электрическая подстанция, питающая близлежащее оборудование.

1.1. Общая технологическая схема процесса

ПБ, (Приёмные бункера)

Карьерный сланец фракцией 0...600 мм, складированный на объединённом складе подаётся в приёмные бункера (JH01/02-CL001) при помощи бульдозера или шагающего экскаватора, приёмные бункера вмещают в себя порядка 150...200 тонн. Дном приёмного бункера является пластинчатый питатель (JH01/02-GL001), представляющий из себя конвейер скребкового типа. Пластинчатый питатель вытягивает сланец из приёмного бункера и опрокидывает его в зубчатую дробилку (JH01/02-HU001), которая меняет фракцию материала до 0...300 мм. Из зубчатой дробилки сланец попадает на первый конвейер (JH01/02-GL002), который транспортирует сланец по наклонной галерее, минуя подвесной металлосепаратор (JH01/02-HR001), и рамку металлоискателя (JH01/02-PU01), в первый дробильный корпус на верхнюю отметку.

ДК1, (Дробильный корпус 1)

С первого конвейера сланец ссыпается на первый реверсивный конвейер (JH01/02-GL003), а после на второй реверсивный конвейер (JH01/02-GL004). Реверсивные конвейера благодаря возможности изменения направления работы на ходу распределяют сланец по бункерам первого дробильного корпуса (HP01/02-CM011), каждый из двух бункеров вмещает 85...105 тонн. На дне бункера находится ленточный питатель (HP01/02-QN011), который меняет скорость и производительность в соответствии заданной программе. Данный питатель ссыпает сланец на ленточный конвейер (HP01/02-GL011), который имеет функцию реверса и задаёт движение сланца либо в молотковую дробилку (HP01/02-HU011), либо в обход дробилки. Молотковая дробилка путём дробления уменьшает фракцию сланца до 0...60 мм. Фракция такого размера подходит для таких потребителей как электростанция Auvère и старый завод масел Enefit 140. С молотковой дробилки сланец отправляется на вторые конвейера минуя шибера, которые задают на какой именно второй конвейер будет ссыпаться дроблённый сланец. Из первого дробильного корпуса сланец отправляется по галерее вторых (HP01/02-GL021) конвейеров минуя подвесной металлосепаратор (HP01/02-HR001) и рамку металлоискателя (HP01/02-PU011) на верхнюю отметку второго дробильного корпуса.

ДК-2, (Дробильный корпус 2)

Со вторых конвейеров сланец фракцией 0...60мм попадает на ленточный конвейер (HP01/02-GL022), который оборудован плужковым сбрасывателем (HP01/02-GL022-QR) задающим направление потока, либо на линию транспортировки сланца для электростанции Auvère, либо на реверсивный конвейер (HP01/02-GL023) который распределит материал по накопительным бункерам второго дробильного корпуса (HP11/12-CM011) для отправки его на завод масел Enefit 280.

Транспортировка сланца на Auvère.

С ленточного конвейера (HP01/02-GL022) с плужковым сбрасывателем (HP01/02-GL022-QR) сыпает сланец с фракцией 0...60 мм на пятые конвейера (JH13/14-GL001), с пятых конвейеров минуя шибера (Рисунок 1.1). Шибер задаёт направление на какой конкретно шестой конвейер (JH13/14-GL002) будет сыпаться материал. По шестому конвейеру сланец отправляется в третью башню пересыпки, где направление движение сланца изменяется на 90 градусов. С шестых конвейеров сланец через шибера задающих направление движение потока попадает на седьмые конвейера (JH13/14-GL003), транспортирующие материал из третьей башни пересыпки на верхнюю отметку башни CFB, которая в свою очередь состыкована с электростанцией Auvere и где берёт начало система распределения сланца по бункерам Meloni. [13]

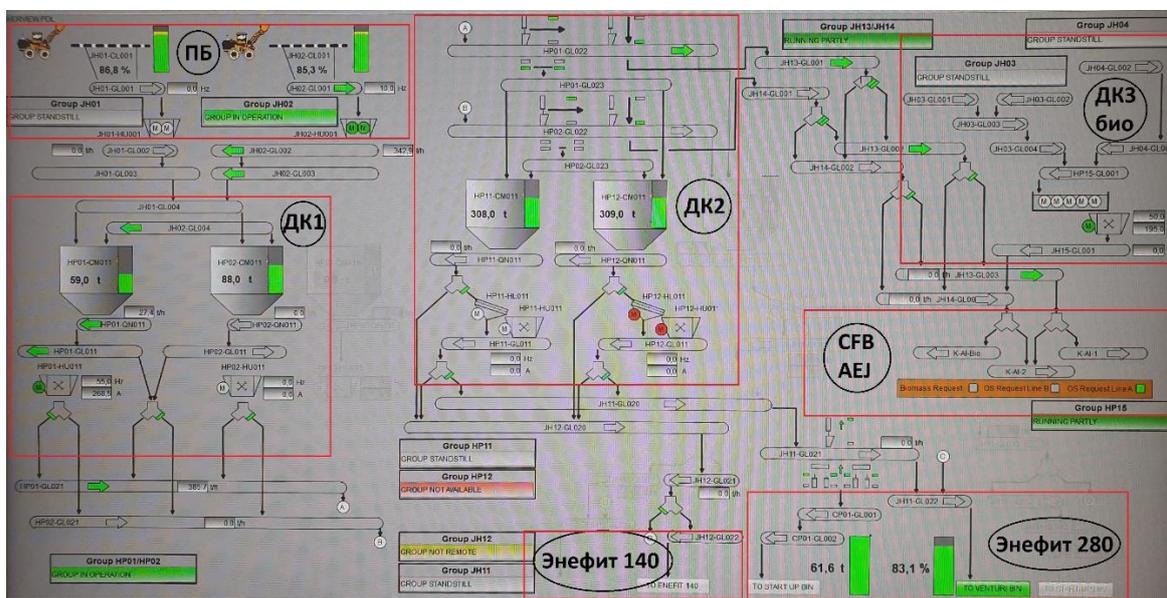


Рисунок 1.1 Общая схема визуализации, представлена в разделе LISAD, в увеличенном виде

1.2. Описание устройства бункерной галереи

Бункерная галерея электростанции Auvere представляет собой отметку, которая расположена над бункерами сырого сланца и биотоплива (Рисунок 1.2). Бункера расположены в две параллельных линии. По 4 бункера на сланец и биотопливо соответственно.

Объём сланцевого бункера составляет 950м³ и вмещает в себя порядка 600т сланца. Объём бункера биотоплива составляет 400 м³ и вмещает в себя порядка 110т щепы. Длина бункерной галереи составляет 90 метров в длину и 25 метров в ширину, 15 метров в высоту. Бункера сырого сланца установлены парами 1,2 и 3,4. Расстояние между центрами БСС 1 и 2, 3 и 4 составляет 11 метров, расстояние между центрами БСС 2 и 3 составляет 24 метра. [13]

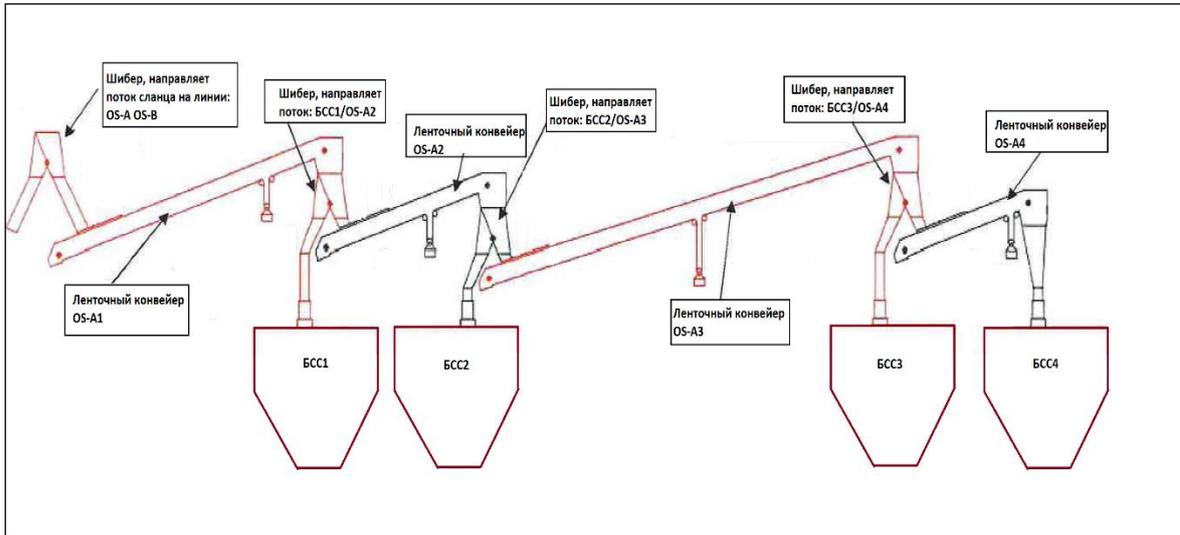


Рисунок 1.2 Схематическое изображение линии OS-A с описанием элементов

Основной задачей участка топливоподачи здесь является своевременное и равномерное заполнение бункеров и поддержание их максимально заполненным виде, т.к. при производстве энергии, сланец берется из бункеров непрерывно. Также равномерно высокие уровни в бункерах позволяют поддерживать стабильную нагрузку на электростанции в случае поломок на участке топливоподачи.

2. АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ СИСТЕМЫ MELONI

На отметке бункерной галереи располагается система распределения топлива по бункерам. На данный момент на электростанции функционирует система конвейеров «Meloni». Данная система названа в честь одноименной фирмы разработчика, которая в основном специализируется на разработке и производстве монтажных кранов.

2.1. Meloni, недостатки по механике

Действующая система конвейеров изначально была разработана для зерна и в последствии адаптировалась итальянскими проектировщиками под сланец и биомассу. Переделывается и оптимизируется силами Eesti Energia с момента ввода в эксплуатацию по сей день (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 Фото линий OS-A/B Meloni

«Meloni» представляют собой систему из двенадцати конвейеров, т.е. 3 параллельные линии, каждая из которой состоит из четырёх конвейеров, стоящих друг за другом. Две линии OS-A и OS-B для сланца и одна линия BM для биомассы. Конвейера установлены друг за другом, под углом. После первого, второго и третьего конвейеров на каждой линии установлены шибера, которые задают направление материала, в бункер либо на следующий конвейер.

2.1.1. Шибер

Шибер, он же дивертор — это устройство, предназначенное для управления потоком материала. Представляет собой раздваивающийся короб по принципу штанов. Направление задаётся посредством подвижной створки внутри шибера, которая приходит в движение благодаря приводу. Створка перекрывает одно из направлений, тем самым задавая путь для материала.

Внутри шибера покрыты листами брони, для защиты корпуса от абразивного износа. На сланцевых линиях "Meloni", имеется шесть шиберов, нуждающихся в стабильном обслуживании (Рисунок 2.2).

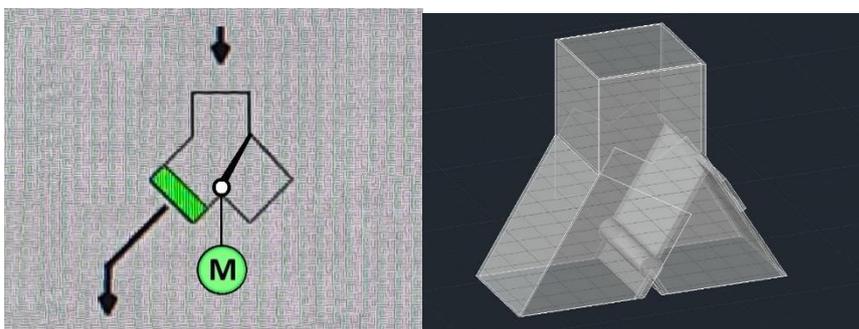


Рисунок 2.2 Шибер, схематическое устройство

- Первой основной проблемой шиберов являются трудности при его переводе. Материал, налипший к стенкам, физически мешает переводиться подвижной створке внутри шибера во время перенаправления. В случае, когда налипания стопорят ход подвижной стенки, электродвигатель отключается по перегрузу, подача блокируется по ошибке электродвигателя вплоть до устранения всех трудностей оперативным персоналом. За сутки каждый из шести шиберов сланцевых линий OS-A и OS-B переводятся десятки раз. Частые переводы создают высокую вероятность залипания шиберов.
- Второй основной проблемой шиберов является абразивный износ брони и течек. В местах контакта непрерывно падающего потока с элементами корпуса шибера, его броней и подвижной створкой происходит абразивное истирание. Это истирание приводит к увеличению зазоров, плохому прилеганию подвижной стенки к корпусу, а как следствие к пропуску материала на стоячий конвейер.
- Третьей основной проблемой шиберов является вероятность завала. Любое искривление в течке приводит к налипанию сланца к стенкам либо створке. Чем выше влажность материала, тем больше вероятность его налипания, которое перекрывает течку и приводит к её завалу, как следствие к простоям на период устранения возникших проблем.

За счёт того, что распределение материала по бункерам идёт при помощи шиберов, на системе "Meloni" нет возможности равномерного заполнения бункеров. Это обусловлено тем, что шибера переводятся исключительно при остановленной топливоподаче и не могут переводиться на постоянном потоке.

Каждая остановка и последующий пуск, сильно замедляет процесс стабильной подачи топлива и создаёт дополнительные риски при пуске остановленных под грузом конвейеров.

2.1.2. Ленточные конвейера

При срыве с мёртвой точки ленточного конвейера, остановленного под грузом, возникают такие риски как:

- Превышение номинальных токов при пуске электродвигателя и его временный перегруз, пока не будет достигнута стандартная скорость, всё это уменьшает моторесурс электродвигателя
- Высокая вероятность ухода ленты в сторону и как следствие аварийный останов по датчику скоса ленты, это частое явление при работе с большой производительностью.
- Высокая вероятность обрыва ленты. При пуске лента натягивается, но материал, лежащий на ней, создаёт серьёзную прижимную силу. В случае, если место склейки ленты имеет дефекты или устало в процессе эксплуатации, то возникает риск обрыва ленты.
- Завал течки или завал ленты. Конвейера при останове, никогда не встают мгновенно, а продолжают крутиться по инерции, заваливая сланцем впереди стоящее, остановленное оборудование.

2.1.3. Очистители

На любом конвейере необходимы очистители. В зависимости от устройства, очистители подчищают как рабочую, так и холостую ленту (Рисунок 2.3).

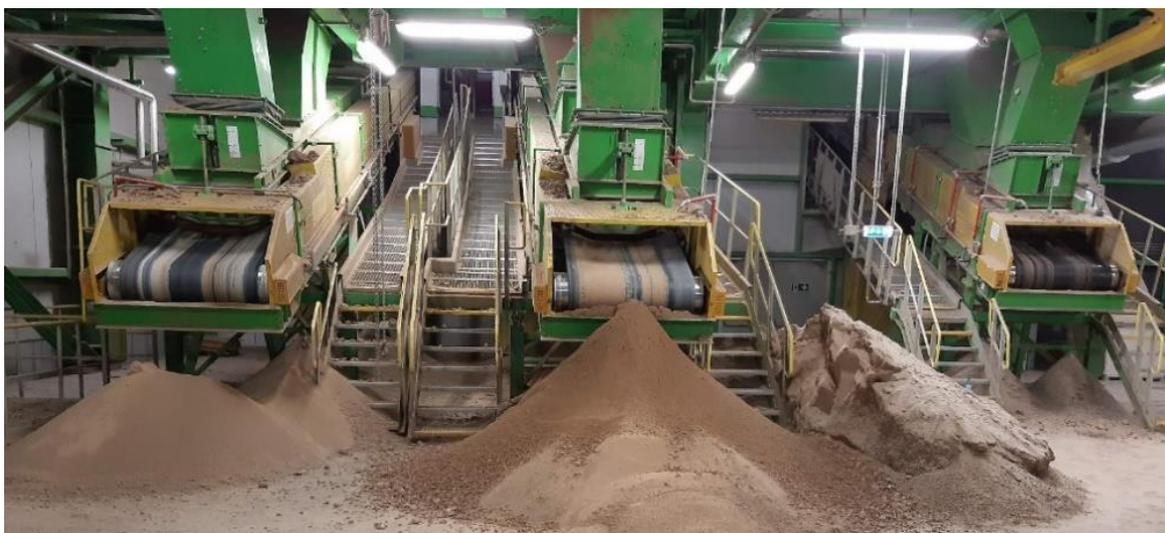


Рисунок 2.3 Начало бункерной галереи

Очистители крайне важный элемент любого конвейера. По Рисунку 5 отчётливо видно, как совокупность высокой влажности в сланце и плохо настроенный очиститель, приводят к аварийно-опасным просыпям. Наглядно видно, как прилипший к ленте сланец, образует просыпь в месте огибания лентой натяжного барабана. Подобные просыпи могут образовываться мгновенно, дорастать до холостой конвейерной ленты и выдавливая её создавая скос ленты, что блокирует возможность работы конвейера.

Чем больше конвейеров, тем больше очистителей необходимо обслуживать ремонтному персоналу.

2.1.4. Уплотнения

Уплотнение – это переход от корпуса приёмного короба к конвейерной ленте, достигается благодаря резиновым отрезкам, прижатым к корпусу приёмного короба элементами крепежа. Уплотнение защищает подвижную конвейерную ленту от контакта и стирания её об статичный железный приёмный короб (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 Наглядное изображение некорректной работы бокового уплотнения

Уплотнения на приёмных коробах конвейера, несут такие задачи как:

- Формирование ровного потока
- Предотвращение рассыпания материала в стороны, при падении материала сверху
- Предотвращение пыления

Изношенные уплотнения приводят к просыпям, которые в свою очередь приводят к аварийным остановам и трудностям для дежурного персонала.

Уплотнения крайне быстро изнашиваются из-за контакта со сланцевым потоком и движущейся конвейерной лентой. Замена и обслуживание уплотнений одна из самых частых ремонтных работ на ленточном конвейере. Чем больше конвейеров, тем больше суммарная протяженность уплотнений, тем выше затраты на их обслуживание и ремонт.

2.1.5. Течки

Течками называются короба, по которым сыпается сланец. На двух параллельных сланцевых линиях OS-A и OS-B в общей сложности 16 течек (Рисунок 2.5).

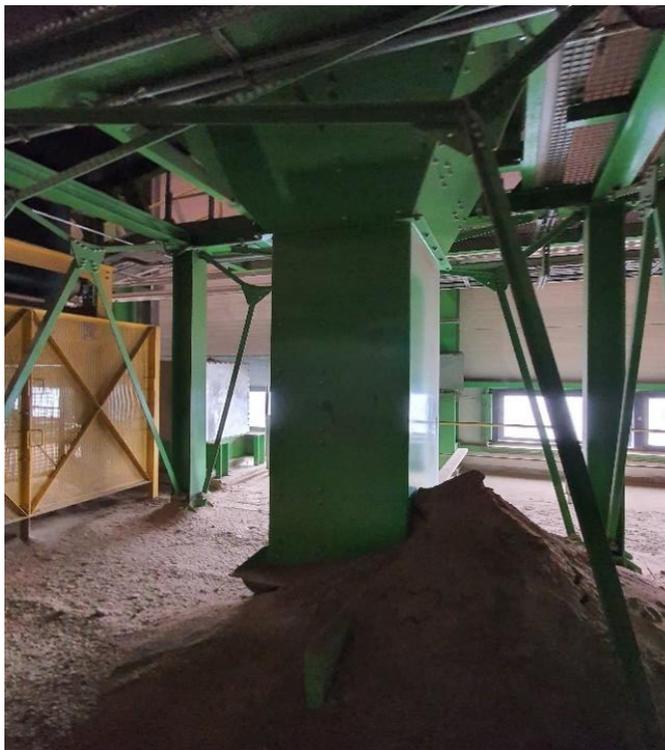


Рисунок 2.5 Течка ведущая с конвейера в БСС

Внутри течка покрыта листами брони, которые защищают от абразивного износа металлический корпус течки. После каждого из восьми сланцевых конвейеров "Meloni" есть своя течка, которая стыкуется с шиббером. Чем больше течек, тем больше ремонтных работ по замене изношенной брони. На рисунке 7 отчетливо видно просыпь, образовавшуюся в результате абразивного износа брони и корпуса течки. Подобные просыпи являются стандартной картиной. Протёртости течек регулярно устраняются ремонтным персоналом.

2.1.6. Аспирационные установки

Аспирация – важный элемент топливоподдачи. Предназначается для предотвращения пыления подаваемого материала. Излишнее пыление является взрывоопасным фактором. Так же аспирационные установки являются первичным средством защиты органов дыхания от мелкодисперсной пыли для персонала (Рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 Аспирационная установка

Аспирация “Meloni” работает по принципу пылесоса. За счёт электродвигателя аспирационная установка вытягивает запылённый воздух из мест максимально подверженных пылению. Пыль оседает в фильтрах аспирационной установки.

Проблема аспирационных установок по механической части заключается в необходимости замены фильтров согласно регламенту. На двух сланцевых линиях “Meloni” сосредоточено 16 аспирационных установок. Нерегулярное обслуживание приводит большому спектру проблем по электрической и автоматической части, что приводит к блокировке подачи материала по данной линии.

2.1.7. Трудности при обслуживании и эксплуатации Meloni

Часто производимые ремонтные работы на участке:

- Замена лент и обслуживание стыков лент.
- Сервисное обслуживание подшипников и редукторов
- Замена изношенной брони на отбойных щитах и течках

- Замена фильтров и обслуживание системы аспирации
- Ремонт и обслуживание электрики и автоматики

Часто возникающие события при эксплуатации:

- Завалы течек
- Ложные срабатывания датчиков
- Труднодоступность и плохая эргономичность
- Сложное устройство и большое количество элементов замедляет решение проблем
- Трудности при пуске после длительного простоя
- Большое количество ошибок по электрической части
- Изобилие просыпей

2.2. Meloni, недостатки по автоматике и электрике

Общее количество недостатков по электрической и автоматической части в системе Meloni меньше, относительно механических недочётов, но трудности, которые возникают в процессе работы являются более серьёзными.

2.2.1. Управление и обратная связь

Главной проблемой по части автоматики на "Meloni" является отсутствие возможности управления технологической группой "CFB" с пульта КЕТ Auvere. Всё управление производится с пульта электростанции Auvere (Рисунок 2.7).

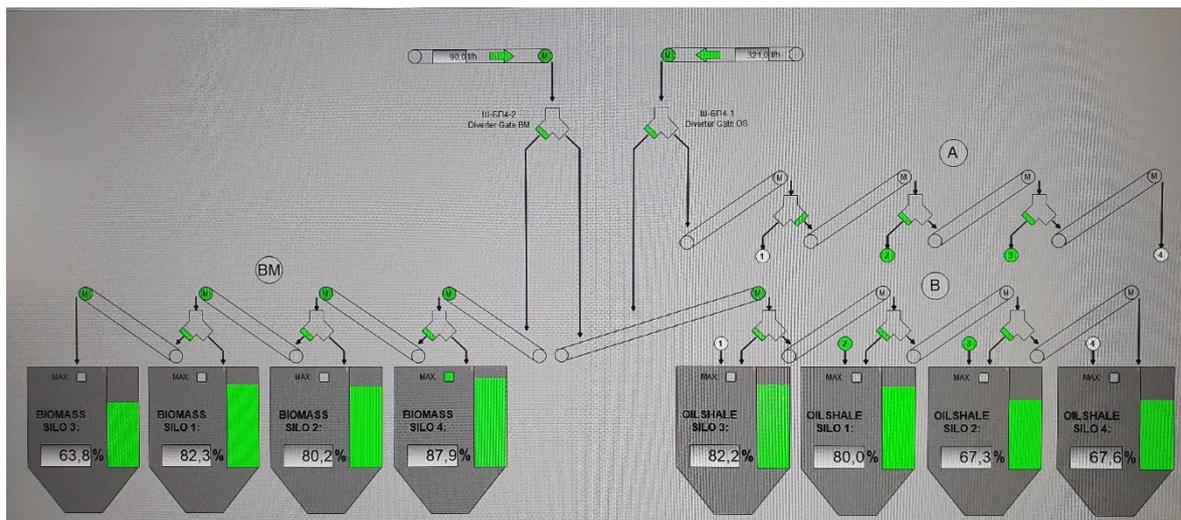


Рисунок 2.7 Схема визуализации действующей системы распределения топлива по бункерам

Участок топливоподачи довольствуется только слабой малоинформативной визуализацией, показывающей направление работы и статус в работе или остановлен. То есть полное отсутствие информации для оператора.

- Отсутствует возможность управлять процессом. Оператор КЕТ Auvere не имеет возможности управлять системой "Meloni". Система работает в автоматическом режиме и запускается персоналом с блока Auvere.
- Отсутствует список ошибок. Ремонт, обслуживанием и решением возникающих проблем занимается персонал КЕТ Auvere. Любая проблема с чем бы то ни было вводит технологическую группу в ошибку, отключает подачу. Причину возникновения ошибки приходится искать дежурному персоналу по месту, на что уходит большое количество времени.
- Отсутствуют все датчики. На имеющейся визуализации отсутствуют датчики абсолютно всех видов. Отсутствие информации о датчиках и их расположении на линии не даёт дежурному персоналу должным образом подготовиться к решению возникших проблем, перед выходом на объект расположенном на высоте 50 метров.

Децентрализация управление приводит к большим сложностям в поисках решения возникающих проблем. Изложенные выше проблемы связанные с отсутствием управления технологической группы и отсутствием возможности получения обратной связи делает работу дежурного персонала крайне неэффективной в поисках решения проблем, возникающих в ходе эксплуатации.

2.2.2. Логика заполнения бункеров

Заполнение бункеров сланца идёт по процентным уставкам. В среднем заполнение бункера от минимальной до максимальной уставки длится порядка одного часа с производительностью 500 т/ч. Такое длительное время обусловлено большим объёмом бункера и невозможностью работы "Meloni" на большей производительности.

Основная проблема заключается в том, что из-за отсутствия возможности регулировки уставок и выбора ручного режима заполнения, могут возникать серьёзные перепады в уровнях БСС. Слишком низкие уровни в бункерах приводят к останову питателей, расположенных под БСС. Отключения данных питателей может повлиять на стабильность работы электростанции вплоть до разгрузки.

2.2.3. Система аспирации

Если рассмотреть систему аспирации с точки зрения автоматизации, то выясняется, что она работает исключительно в автоматическом режиме. Проблема в том, что у ремонтного персонала нет возможности своевременно обслуживать все аспирационные установки. Забивание фильтров аспирационных установок приводит к проблемам с электрикой и автоматикой, что сказывается на работе технологической группы. Любая проблема с аспирацией даёт блокировку на работу всей технологической группы. Поскольку аспирационных установок слишком много

и присутствует факт плохой обратной связи о возникающих ошибках, всё это в совокупности сильно замедляет устранение дефектов по электрической части. Некоторые проблемы решаются неделями, некоторые не имеют путей решения. Всё это сказывается на скорости и оперативности работы технологической группы "CFB".

2.2.4. Наиболее частые дефекты по электрике и автоматике

Самые частые дефекты по электрике и автоматике за последнее время:

- Контроллеры на шкафах аспирации (выходят из строя, большие трудности с заменой и ремонтом)
- Реле контроля напряжения на шкафах автоматики (проблем с заменой нет, но часто выходят из строя, парализую работу всей группы)
- Магнитные пускатели (часто выходят из строя, трудности с подбором аналогичных моделей)
- Электрические тормоза на двигателях (один за другим выходят из строя в течение текущего года)

2.3. Рассмотрение экономических аспектов

Ввиду происходящих мировых событий, сложно предугадать наперёд судьбу Эстонской энергетики. Eesti Energia является крупным игроком на рынке электроэнергии балтийского региона. Но большая доля продаваемой энергии, производится из ископаемых материалов, по этой причине Eesti Energia вынуждены платить квоты за CO₂, что сильно влияет на себестоимость производимой электроэнергии. Прошлый, 2022 год показал две очень важных особенности. Первая – нестабильная мировая обстановка сильно повышает цены на электроэнергию. Второе – невозможно переоценить энергетическую независимость. Высокие цены на электроэнергию в 2022 году вдохнули новую жизнь в сланцевую энергетику и подтвердили её необходимость. Поэтому стабильность работы сланцевых электростанций крайне важна.

2.3.1. Разгрузка или останов электростанции по причине перебоя поставки сланца в бункера

Останов электростанции по причине перебоя подачи топлива является аварийным и влечёт за собой серьёзные последствия. Чаще всего аварийному останову сопутствует возникновение ещё большого количества дефектов, на устранение которых уходит время, что приводит к расхолаживанию электростанции. Т.е. перебой в подаче топлива на несколько часов может привести к останову электростанции на несколько суток. В среднем мелкие поломки занимают от трёх дней до недели простоя.

Если взять среднегодовую стоимость электроэнергии на бирже Nordpool, то в 2022 году она составляла 192 евро за мегаватт час. Благодаря этой цифре мы можем вычислить приблизительную сумму простоя. Простой электростанции в сутки составляет 1.3 млн евро, плюс затраты на ремонтные работы и затраты на последующий нагрев, пуск и выход в сеть.

2.3.2. Ремонт и обслуживание действующей системы заполнения бункеров

Сложное технологическое устройство, а также изложенные недостатки системы "Meloni", как по механической, так и по электрической части свидетельствуют о крайне низкой эффективности и высоком уровне аварийности действующей системы распределения материала. Большое количество элементов группы постоянно нуждается в ремонте, обслуживании или замене. Ремонтный персонал тратит большое количество человеко-часов на устранение дефектов и поддержку оборудования в работоспособном состоянии. Дежурный персонал, так же вынужден оказывать большое внимание системе "Meloni", устраняя образующиеся просыпы, устраняя возникающие в ходе эксплуатации проблемы.

Большая потребность в регулярных ремонтах и устранении дефектов вынуждает предприятие нанимать и обучать дополнительный персонал для обслуживания и ремонта системы Meloni.

Так же крупные финансовые затраты влекут за собой большое число единиц оборудования, идущего на замену, выходящего из строя, а так же закупка и складирование резервного оборудования. Высокая технологическая сложность Meloni обязывает ремонтировать, менять и держать в резерве гораздо больше единиц оборудования.

2.4. Вывод о действующей системе Meloni

Производство энергии можно сравнить с цепью, состоящей из звеньев. Слабые звенья не выдерживают и рвётся абсолютно вся цепь. Несомненно, считаю действующую систему Meloni слабым звеном в процессе производства энергии. Детально рассмотренные механические, электрические, автоматические и экономические проблемы свидетельствуют о крайней необходимости в изменениях и нововведениях.

Система «Meloni» имеет множество минусов и слабых мест. Трудности в эксплуатации и сложное технологическое устройство регулярно приводит к перебоям в подаче сланца, а также регулярным ремонтным работам, вынуждающих

работать без резервных линий, тем самым повышая вероятность аварийных остановов. За несколько лет эксплуатации «Meloni» зарекомендовали себя крайне низкой эффективностью и высокой аварийностью.

3. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛАНЦА

Предлагаемый автором проект (Рисунок 3.1), представляет собой систему из двух параллельных, горизонтальных конвейеров (1), устанавливаемых над бункерами сырого сланца (2) на отметке бункерной галереи электростанции Auvergne. Данные конвейера будут иметь плужковые сбрасыватели (3), по три на каждом конвейере. В бункера сырого сланца будут внедрены радарные датчики уровня, в дополнение к действующим датчикам переполненности.

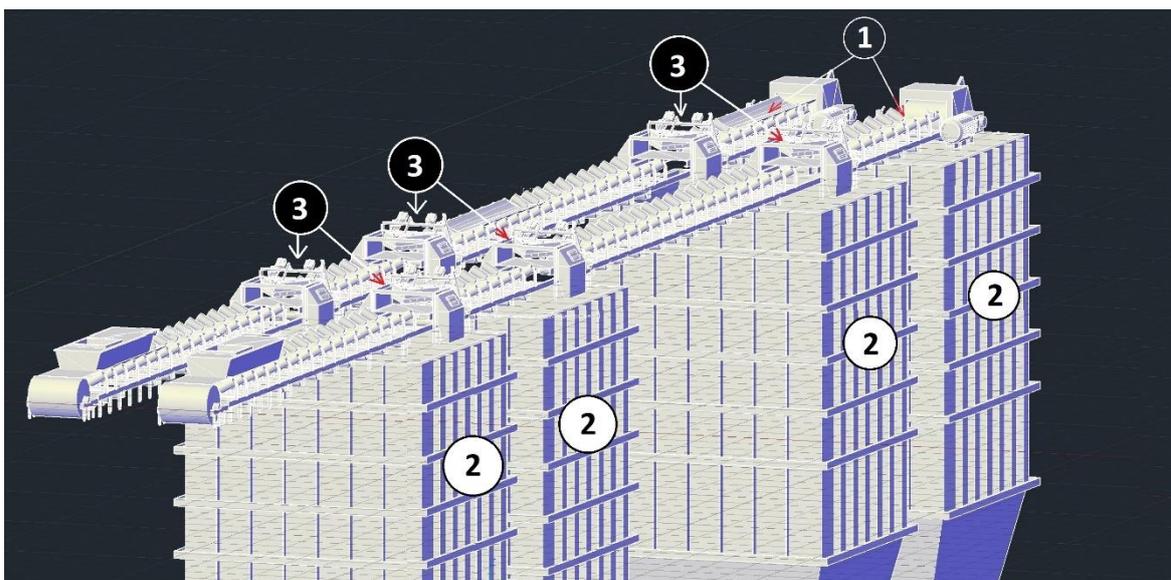


Рисунок 3.1 Трёхмерное изображение предлагаемого проекта

Данный проект начерчен и смоделирован автором дипломной работы в программе Autocad. Предназначается как наглядное пособие. Имеет достоверные размеры. Позволяет познакомиться и детально рассмотреть все элементы конвейера.

3.1. Общие характеристики

Ленточный конвейер представляет собой стационарное транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим тяговым органом – резинотканевой конвейерной лентой. Общий вид конвейера представлен на рисунке 3.2. Конвейер представлен в сжатом виде для удобства детального рассмотрения.

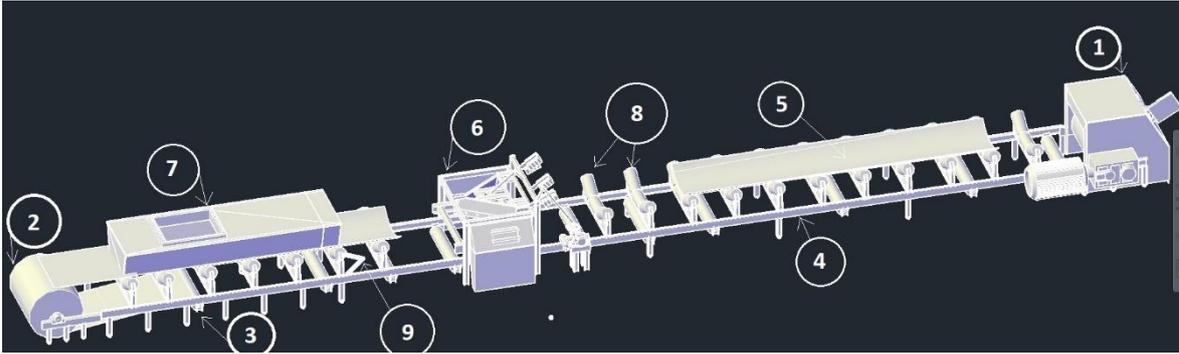


Рисунок 3.2 Основные элементы конвейера с плужковым сбрасывателем

Основными узлами конвейера являются (Рисунок 3.2): приводная станция (1), натяжная станция (2), отклоняющий барабан(3), став(4), лента(5), плужковый сбрасыватель(6), загрузочное устройство(7), роlikоопоры (8), очиститель ленты(9). Лента, опираясь на желобчатые роlikоопоры верхней ветви огибает приводной и натяжной барабаны и является одновременно тяговым и грузонесущим органом конвейера. [13]

Приводная станция (1) оснащена приводным барабаном, соединенным с приводом конвейера, приводная станция оборудована отбойной бронированной стенкой и точкой для отвода материала в бункер. Натяжная станция (2) предназначена для необходимого в рабочем процессе натяжения ленты, состоит из отводящих барабанов и рамы, фиксирующей в себе груза противовеса. Для увеличения угла обхвата приводного и натяжного барабанов предусмотрены отклоняющие барабаны (3). Став конвейера (4), представляет собой швеллер, состоит из секций и предназначен для крепления к нему роlikоопор. Все секции швеллеров соединяются болтами. [13]

Грузовая ветвь ленты образует желобчатую форму с помощью боковых роlikов, расположенных под углом 30° . Ролики устанавливаются в роlikоопоры (8), которые в свою очередь устанавливаются на ставе с шагом 1м. Роlikоопоры перед приводным барабаном имеют угол наклона боковых роlikов 20° для равномерного перехода ленты в плоскость. Очистка ленты от налипания транспортируемого материала производится с помощью очистителей (9). Загрузочное устройство (7), располагается вначале конвейера и имеет фланец для соединения с загрузочной точкой. [13]

Выгрузка транспортируемого материала производится через точку разгрузки в приводной станции в БСС 4 или при помощи плужкового сбрасывателя в БСС 1,2,3.

3.1.1. Характеристики ленточного конвейера

Данные технические характеристики указаны исходя из параметров предстоящего оборудования и имеют аналогичные характеристики (Таблица 3.1).

Таблица 3-2 Характеристики ленточного конвейера

Длина конвейера	70 м
Производительность	1200 т/ч
Ширина ленты	1400 мм
Тип ленты	Резинотканевая
Натяжное устройство	Натяжная станция с противовесом
Мощность двигателя	200 кВт
Тип двигателя	Ассинхронный
Напряжение	400/690 50Hz
Число оборотов	1500
Скорость	0.6...2.6 м/сек
Угол подъёма	0°
Фракция	0...60мм
Плужковые сбрасыватели	3
Температура окружающего воздуха	не ниже 5 °С

Enefit Solutions имеет большой опыт в проектировке и монтаже данного оборудования. Это связано с тем, что предстоящие технологические группы транспортировки материала JH13/14 и линии дробления и транспортировки биомассы HP15/JH15 разрабатывались и строились под эгидой Eesti Energia Tehnoloogiatööstus, ныне именуемой Enefit Solutions. [13]

3.1.2. Плужковый сбрасыватель

Плужковый сбрасыватель – это механизм, предназначенный для отгрузки материала с конвейерной ленты. Имеет плуг клиновидной формы, который, при опускании в поток, рассекает материал в стороны и отводит его в расположенные по бокам течи.

Плужковый сбрасыватель работает исключительно на движущейся ленте, располагается он навстречу потоку подаваемого материала. Механизм плужкового сбрасывателя как правило имеет электрический, ручной или пневматический привод. В предлагаемом автором проекте приводом плужка предлагается сделать электропривод Auma. Положение плужка будет определяется концевыми датчиками (Рисунок 3.3).

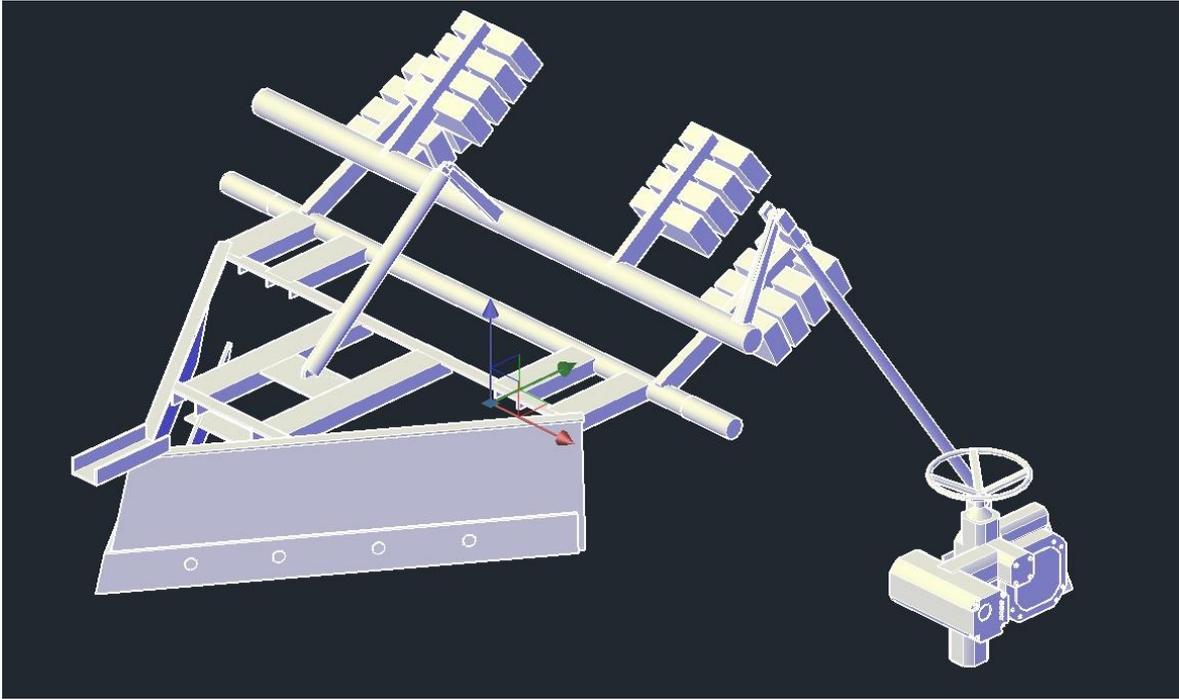


Рисунок 3.3 Плужковый сбрасыватель

Преимущества плужкового сбрасывателя:

- Благодаря особенности работы на движущемся потоке, плужковый сбрасыватель позволяет заполнять бункера непрерывно, не останавливаясь на переключения. Это позволяет заполнять бункера без нежелательных остановок под грузом, либо длительных прокачек для освобождения ленты от материала, чтобы произвести безопасное переключение.
- Позволяет держать бункера в равномерно заполненном состоянии
- Устройство сбрасывателя примитивное, поэтому имеет максимальную ремонтпригодность. Хорошую доступность для ремонтного и оперативного персонала. Крайне прост в обслуживании и использовании.

3.1.3. Характеристики транспортируемого материала

Сланец является горючим материалом и ознакомление с его горючими и взрывоопасными свойствами крайне важна при создании подобных проектов (Таблица 3.2).

Таблица 3.3 Характеристики транспортируемого материала [13]

Средний размер частиц (мм)	20
Влажность	От 11 до 14%
НВП %объёма (гр/м ³)	58
Максимальное избыточное давление взрыва (p _{max})	5.2
Индекс взрыва (K _{st})	35

Класс взрывоопасности (St)	1
Температура возгорания взвеси(Т)	520
Температура сомовозгорания пыли толщиной 5 мм	290
Удельная плотность(кг/м ³)	1000-1100

3.2. Средства защиты и автоматики

Все датчики и средства автоматики подбирались исходя из условий технического задания с максимально возможным классом водо-пылезащиты. На отметке бункерной галереи имеет место быть сильная запылённость, по причине этого на регулярной основе производится гидроуборка замывочными шлангами. При гидроуборке не исключается вероятность попадания прямой струи воды под давлением на средства автоматики и датчики.

Конвейер оборудован следующими средствами защиты и автоматики:

3.2.1. Аварийный тросовый выключатель Siemens

Аварийный тросовый выключатель (Рисунок 3.4) позволяет остановить конвейер в любой точке по длине конвейера. При воздействии на аварийный трос происходит отключение питания привода конвейера и подаётся аварийный сигнал на пульт управления.

Характеристики:

Класс защиты	IP67
Напряжение	220V AC
Рабочая температура	-20...+70 °C
Механическая долговечность	10 ⁶ переключений

Данный аварийный тросовый выключатель имеет хороший класс водо-пылезащиты, замыкается как при воздействии на трос, так и на его обрыв и ослабление. Соединяется с другими выключателями тросом при помощи талрепов. Данные датчики устанавливаются на ставе, вдоль конвейера по 4 элемента с каждой стороны. В системе визуализации SCADA обозначаются „H01... H08”[\[13\]](#) [\[2\]](#)



Рисунок 3.4 Аварийный тросовый выключатель SIEMENS [2] [13]

3.2.2. Индуктивный датчик скорости вращения Uprox TURCK DBi15U-K40SR-AP4X2

Датчик скорости (Рисунок 3.5) срабатывает в случае обрыва ленты или при пробуксовке ленты на приводном барабане. При срабатывании датчика происходит отключение питания привода конвейера и подаётся аварийный сигнал на пульт управления.

Характеристики:

Класс защиты	IP67
Напряжение	10...65 V DC
Диапазон оборотов	от 60 да 3000 об/мин
Номинальное рабочее расстояние	15 мм
Рабочая температура	-30...+80 °C

Датчик устанавливается на став конвейера с минимальным зазором к натяжному барабану и считывает металлические элементы, расположенные на окружности торцевой части натяжного барабана. Датчик имеет литой пластиковый корпус и световую индикацию.



Рисунок 3.5 Индуктивный датчик скорости Uprox [3] [13]

3.2.3. Датчик бокового схода ленты SIEMENS 3SE7 310-AE00

Датчики бокового схода ленты срабатывают при аварийном смещении ленты (Рисунок 3.6). При постоянном воздействии ушедшей ленты на датчик больше 5 секунд отключение питания привода конвейера и подаётся аварийный сигнал на пульт управления.

Характеристики:

Класс защиты	IP65
Напряжение	24 V DC
Рабочая температура	-25...+70 °C
Механическая долговечность	10 ⁵ переключений

[4]



Рисунок 3.6 Датчик аварийного схода ленты [4] [13]

3.2.4. Датчик положения плужкового сбрасывателя Pepperl Fuchs NBB20-U1-A2

Датчики конечных положений плужкового сбрасывателя (Рисунок 3.7). При изменении положения плужка и стола подаёт сигнал положения, опущен/поднят.

Характеристики:

Класс защиты	IP68
Напряжение	10...30V DC
Рабочая температура	-25...85 °C
Частота переключения	150 Hz

[5]



Рисунок 3.7 Индуктивный датчик положения плужкового сбрасывателя [5] [13]

3.2.5. Командное устройство аварийного останова Siemens DSB3801-0DF3

Кнопки аварийного останова конвейера расположены на отметке бункерной галереи в непосредственной близости от конвейера (Рисунок 3.8).

Характеристики:

Класс защиты	IP68
Напряжение	24...230V

[6]



Рисунок 3 Кнопка аварийного останова SIEMENS [6] [13]

3.2.6. Пульт локального управления Siemens 3SU1803-0AB10-4NB1

Кнопка пуска конвейера (Рисунок 3.9) по месту предназначена для включения конвейера по месту. Расположена непосредственно рядом с двигателем конвейера. Применяется для пуска оборудования по месту обслуживающим и ремонтным персоналом.

Характеристики:

Класс защиты
Напряжение
[7]

IP68
24...230V



Рисунок 3.9 Пульт местного управления конвейером [7] [13]

3.2.7. Сирена Mucco SNT-MB72-RGB со световой сигнализацией

Предупредительная предпусковая звуковая и световая сигнализация включается автоматически до включения привода конвейера (Рисунок 3.10).

Характеристики:

Класс защиты	IP65
Напряжение	40...250V AC/DC
Рабочая температура	-20...+50 °C
Звук	110 dBL
Цвет	Оранжевый

[8]



Рисунок 3.10 Предпусковая звуковая и световая сигнализация [8] [13]

3.2.8. Датчик уровня Siemens Sitrans LC300

Простой в эксплуатации датчик уровня с грузилом, подвешиваемым на необходимую регулируемую самостоятельно высоту. Срабатывает на контакт с материалом. Устанавливается на крышках БСС под плужковым сбрасывателем (Рисунок 3.11).

Характеристики:

Класс защиты	IP65
Напряжение	9...35V DC
Рабочая температура	-40...+85 °C

[9]



Рисунок 3.11 Датчик уровня Sitrans LC300 [9] [13]

3.2.9. Электропривод Auma

Для эффективного, надёжного и безопасного управления плужковым сбрасывателем предлагается выбрать электропривод Auma SAREx 14.2. Многооборотные взрывозащищенные регулирующие приводы Auma серии SAREx 14.2 обычно применяются для управления (открывания, закрытия) различными видами трубопроводной регулирующей арматуры, используемой в промышленности с высокими требованиями к взрывозащите (Рисунок 3.12). [10] [13]

Характеристики:

Класс защиты	IP68
Напряжение	380V AC
Рабочая температура	-40...+60 °C
Крутящий момент с редуктора	120...16000 Нм

[10]



Рисунок 3.12 Электропривод Аума [10] [13]

Данный привод идеально подходит для механизма плужкового сбрасывателя. Электропривод поддерживает режим работы в автоматическом режиме, управление по месту, так же ручной привод в виду штурвала. [10]

3.3. Бункера сырого сланца БСС

Для участка топливоподачи бункера сырого сланца являются финальной точкой процесса подачи топлива, но есть несколько нюансов.

- Электростанция "Auvere" является современной, и большая часть её работы автоматизирована. В построении необходимой нагрузки электростанции учитываются такие факторы как: план нагрузки на несколько часов вперёд (который в первую очередь зависит от цен на бирже Nordpool), влажности и калорийности сжигаемого материала, количество сжигаемого биотоплива и пиролизного газа. Так же учитываются и уровни в бункерах сырого сланца и биотоплива. От уровней в бункерах зависит скорость работы дозаторов, которые находятся непосредственно под бункером. При неравномерных уровнях БСС, одни дозаторы замедляются или останавливаются, другие ускоряются.
- Во время срабатывания БСС, при отсутствии постоянной подачи в него материала, выявилась определённая особенность. Образуется воронка. Это значит, что сланец зависает в больших объёмах на стенках бункера, а центральная часть БСС проседает вплоть до самого дозатора. Информация с ультразвуковых, лазерных или тензодатчиков под опорами бункеров в этом случае зачастую будут ошибочными, т.к. по факту материал в бункерах есть.

Эти факторы свидетельствуют о том, что есть серьёзная необходимость по получению абсолютно точной информации о БСС. Данную проблему способны

решить радарные датчики уровня iSDR фирмы Indurad. По одному в каждый бункер. Данный датчик будет выполнять сканирование поверхности бункера. Так же в бункерах необходимо оставить действующие датчики максимального уровня в бункерах. По два датчика максимального уровня в каждый бункер, со стороны конвейера OS-A и OS-B. Они необходимы для нормальной работы автоматики. При срабатывании датчика заполнение бункера прекращается, поднимается плужковый сбрасыватель либо начинается процесс прокачки для опорожнения ленты, в случае если все бункера уже заполнены и перенаправить материал некуда.

3.3.1. Датчик уровня радарного типа Indurad iSDR-P

Датчик типа iSDR расшифровывается как indurad Scannind Dynamic Radar (Рисунок 3.13). Данный радарный датчик способен отсканировать всю поверхность в бункере на любой высоте и удалённости от датчика до 40 метров с погрешностью до одного миллиметра. [11] [13]

Характеристики:

Класс защиты	IP66
Напряжение	12...36 V DC
Угол обзора	180°x120°

[11]



Рисунок 3.134 Радарный датчик уровня iSDR Indurad [11] [13]

На основе показаний iSDR, алгоритм вычисляет как трёх, так и двухмерный контуры поверхности материала внутри бункера. Двухмерное изображение проще для восприятия и управления, оно делится на 10 сегментов, расположенных по геометрии физического бункера. Объём материала рассчитывается на основе профиля высоты (Рисунок 3.14).

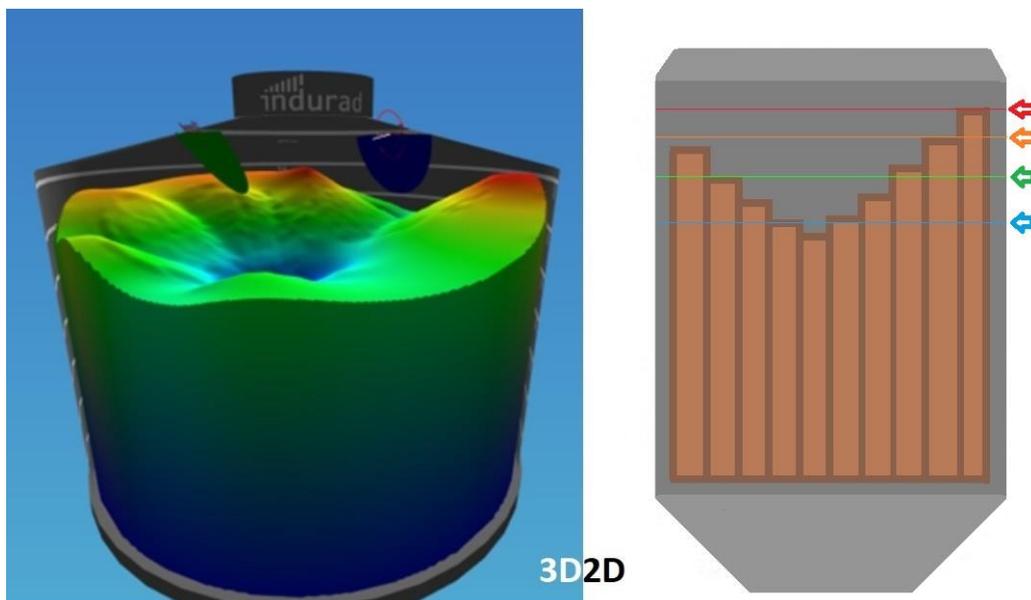


Рисунок 3.14 iSDR в действии [12] [13]

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА CFB. SCADA

Технологическая группа «CFB» для системы SCADA, предназначена для распределения материала по бункерам сырого сланца электростанции Auvere. Ниже представлено, как мог бы выглядеть новый вариант визуализации технологической группы «CFB», где были бы все органы управления, кнопки, уставки, режимы работы, визуализация всех параметров. Так же визуализация всех датчиков и их верное географическое положение на конвейере (Рисунок 4.1).

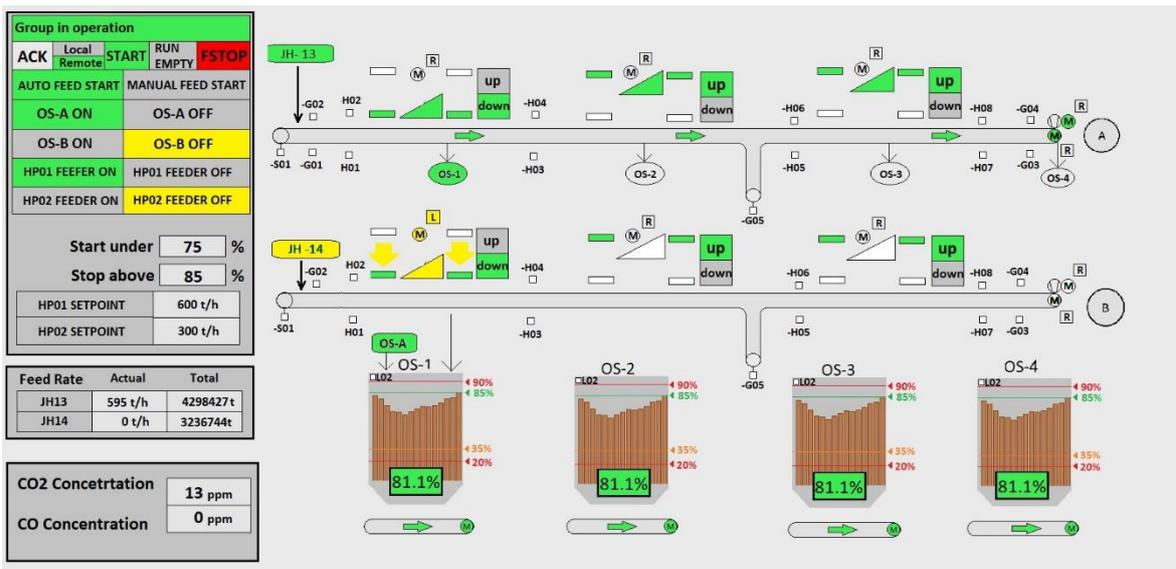


Рисунок 4.1 Технологическая группа «CFB», представлена в разделе LISAD, в увеличенном виде

Технологическая группа распределения материала «CFB» подключается к технологической группе транспортировки JH13/14, которая в свою очередь подключена к технологической группе первичного дробления HP01/02. При запуске, группа «CFB» включается в первую очередь, т.к. пуск топливоподачи всегда осуществляется с конца. Все необходимые опции и настройки для технологической группы, выбираются оператором исходя из оперативной обстановки, уровней бункеров и плана нагрузки.

Статус группы, располагаемый на самой верхней строке управления группы, свидетельствует о состоянии группы в реальном времени. Существуют такие статусы как:

- Group in operation -Группа в работе. Т.е. оборудование работает в соответствии с заданной программой
- Group standstill – Группа остановлена
- Group running partly – Группа работает частично. Т.е. один из элементов группы не в работе

- Group not remote -Один из элементов группы переведен в локальное управление
- Group not ready- Группа не готова. Т.е. один из элементов или вся группа сразу в ошибке.

Сет из кнопок управления начинается с кнопки «ACK». Т.н. кнопка «Acknowledge» предназначена для квитирования, т.е. снятия ошибок, возникающих в технологической группе в процессе работы.

Кнопки «Local/Remote», При выборе режима «Local» даются (разблокируются) права на управление оборудованием технологической группы по месту, с локальных пультов управления. «Remote» означает удалённую работу

Кнопка «START» Команда на запуск технологической группы. Любой пуск в работу после нажатия кнопки «START» сопровождается предупредительной, световой и звуковой сигнализацией на протяжении 30 секунд. По прошествии 30 секунд начинается запуск технологической группы в соответствии с заданной программой. Пусковая и световая сигнализации продолжают до полного запуска технологической группы в работу.

Кнопка «Run Empty» это так называемая остановка через прокачку. Режим, при котором отключаются питатели сланца в технологической группе первичного дробления HP01/02, после чего оставшийся материал на лентах, в группах HP01/02 JH13/14 и CFB полностью прокачивается в течение пяти минут после чего, все технологические группы останавливаются.

Кнопка «FSTOP» аварийный останов. Принудительный аварийный останов технологической группы.

Режим «Auto feed start». Позволяет работать технологической группе в автоматическом режиме, отталкиваясь от процентных уставок «Start under» и «Stop above», которые выбираются оператором непосредственно перед пуском технологической группы в работу, либо во время работы на ходу.

Режим «Manual feed start». Полностью соответствует логике работы режима «Auto feed start», но позволяет оператору вручную выбирать необходимое ему положение плужковых сбрасывателей при помощи кнопок «Up» и «Down».

Кнопки «HP01/02 Feeder ON/OFF» позволяют выбирать рабочую линию, т.е. какой из конвейеров OS-A или OS-B или оба одновременно будут в работе после пуска.

Уставки «Start under» и «Stop above» задают условия подачи материала в бункера и перенаправления материала при достижении заданных показателей.

Информационная рамка «Feed rate» отражает показатели коммерческих ленточных весов на конвейерах в технологической группе JH13/14, «actual» показывает сколько тонн в час идёт на данный момент по ленте, «total» показывает сколько прошло материала по весам за весь срок службы.

Информационная рамка "CO/CO2 Concentration" показывает данные с датчиков углекислого и угарного газа. Датчики расположены на отметке бункерной галереи электростанции "Auvere".

4.1. Описание логики работы в автоматическом режиме на примере двух бункеров

Если все технологические группы запущены, то программа ориентируется на уровни в бункерах, при постепенном проседании, достижении уровня в бункере и совпадении этого значения с уставкой "Start under" допустим 75%, включается питатель сланца в группе первичного дробления, и материал транспортируется в БСС. Бункер будет заполняться до уставки "Stop above" 85%, после чего два варианта:

1. Если уровень в другом бункере меньше или равен уставке 75%, то начнётся автоматическое переключение в этот бункер, 10 секунд предупредительная звуковая сигнализация, после которой плужок опускается на ленту до достижения нижнего положения, которое определяется нижними датчиками положения плужка. После этого начинает подниматься первый плужок, давая материалу на ленте пройти до опущенного плужка в бункер, в котором 75% или меньше. Когда один плужок опустится, а другой поднимется то закончится звуковая сигнализация.
2. Если во всех бункерах больше 75%, питатель сланца в первичной группе дробления отключится, линия прокачается и будет работать в холостую в ожидании достижения БСС заданных уставок "Start under".

На опускание и поднимание плужковых сбрасывателей необходимо устанавливать временные рамки. На поднимание 30 секунд, на опускание 20 секунд. Если плужковый сбрасыватель в процессе перевода не достигает нижних или верхних датчиков положения за заданное время, конвейер будет остановлен по аварийному сигналу. Временные рамки необходимы из-за вероятности залипания плужка, застревания либо перегрузке мотора электропривода плужка.

5. P&I DIAGRAM

P&ID – process and instrumentation diagram, диаграммы, которые показывают взаимосвязь технологического оборудования и приборов, используемых для управления процессом (Рисунок 5.1).

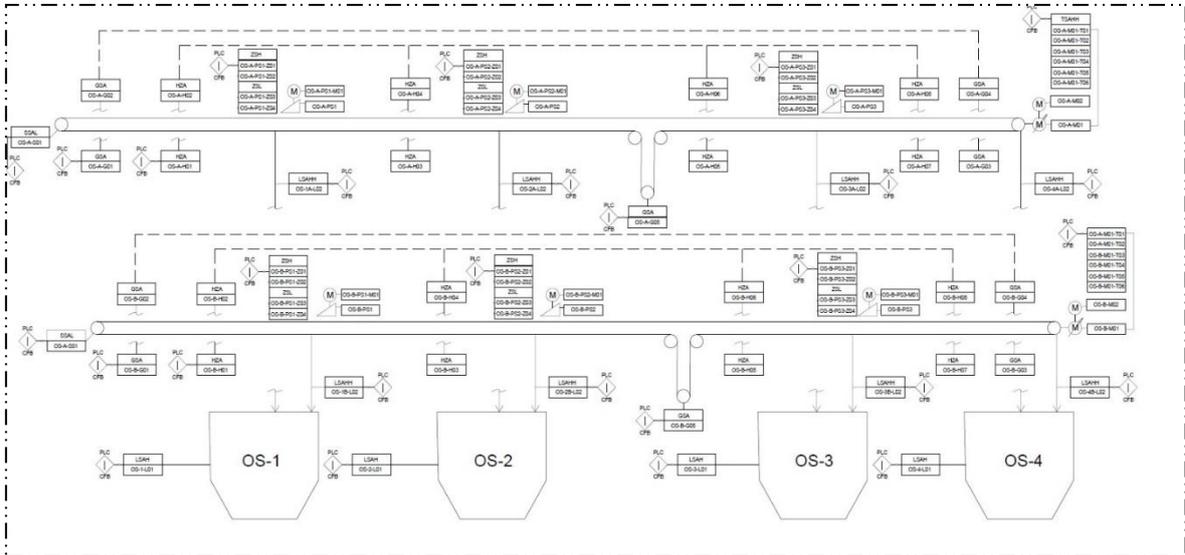


Рисунок 5.1 P&I Diagram группы CFB, представлена в разделе LISAD, в увеличенном виде

Данная диаграмма показывает все элементы технологической группы. Названия элементов и кодовые обозначения разработаны в соответствии с действующими на данный момент обозначениями (Рисунок 5.2).

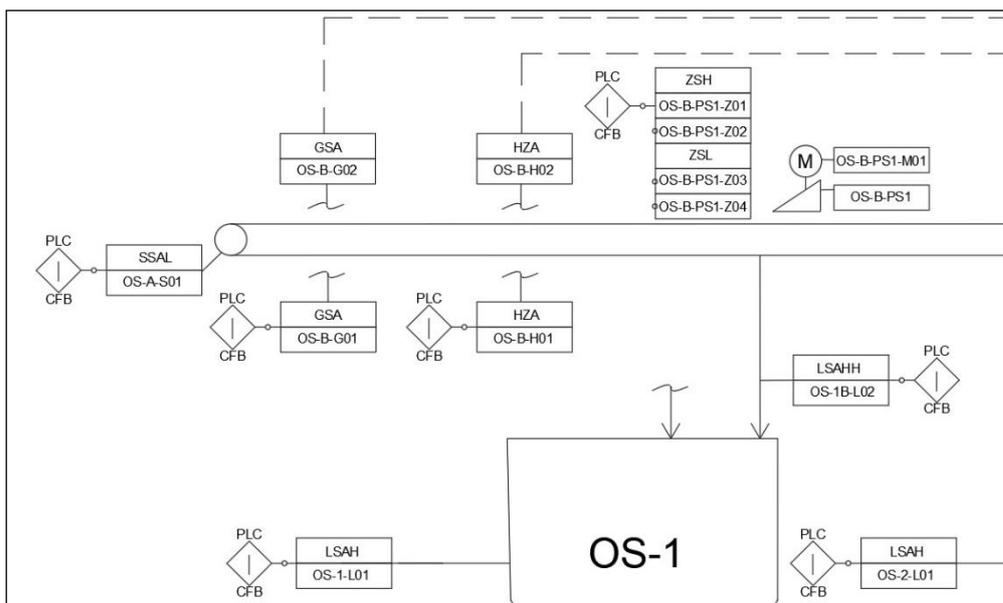


Рисунок 5.2 Увеличенный фрагмент P&I Diagram для детального рассмотрения

- Аварийные торосовые выключатели называются <HZA>, объединены в единый контур, у каждого из восьми датчиков на каждом конвейере своё обозначение H01...H08, контур датчиков подключен к цифровому модулю PLC.
- Аварийные датчики схода ленты называются <GSA>, объединены в единый контур, у каждого из четырех датчиков на каждом конвейере своё обозначение G01...G04, контур датчиков подключен к цифровому модулю PLC.
- Датчики скорости на натяжных станциях каждого конвейера обозначаются <SSAL>, датчики подключаются аналоговому модулю PLC.
- Радарные датчики уровня называются <LSAH>, на каждом бункере по одному датчику с обозначением L01, датчики подключаются вычислительному модулю PLC
- Датчики аварийной переполненности бункера называются <LSAHH>, на каждом бункере по одному датчику с обозначением L02.
- Термопары, вмонтированные в корпус мотор-редуктора, называются <TSAHH>, у каждой термопары, расположенной на обмотке двигателя, в подшипниках и редукторе обозначение T01...T06, подключаются к аналоговому модулю PLC
- Индуктивные датчики, нижнего <ZSL> и верхнего <ZSH> положения плужка. В верхнем положении, <ZSH>, имеют обозначение Z01, Z02, в нижнем, <ZSL>, Z03, Z04. Датчики подключаются к цифровому модулю PLC.

ВЫВОД

Целью дипломной работы было выявление основных недочётов действующей системы и предложение нового варианта технологической группы распределения материала. Для удобного обоснования и рассмотрения недочётов действующей системы Meloni, все проблемные моменты были разделены на две основных части: механическая и часть по электрике и автоматике. Проблемы, возникающие на предприятии, влекут за собой финансовые потери. По этой причине все рассматриваемые проблемы, представленные автором во время анализа, рассматривались в первую очередь через призму экономической выгоды. Причиной тому является окупаемость и эффективность предлагаемого проекта. Ни одно предприятие никогда не будет что-то менять, если это не приведёт в кратчайшие сроки к финансовой выгоде.

Предлагаемый автором проект новой системы распределения сланца в сравнение с действующей системой Meloni оказался лучше по следующим показателям:

- Два конвейера вместо восьми, то есть в четыре раза меньше работ связанных с ремонтом заменой уплотнений, очистителей, стыков лент, смазка подшипников, замена масел и так далее.
- Закупка и складирование запчастей и запасных элементов технологической группы так же уменьшается минимум в четыре раза.
- Полное исключение проблем с течками по причине их отсутствия в предлагаемом автором проекте. Исключаются, на весь оставшийся срок службы электростанции, затраты на ремонт течек и замену в них брони, а как следствие высвобождение большого количества человеко-часов дежурного персонала, обслуживающего эти течки.
- Полное исключение проблем, связанных с аспирационными установками на весь оставшийся срок службы электростанции. По причине их отсутствия в предлагаемом автором проекте. Напомню, что проблемы с шестнадцатью аспирационными установками являются самыми распространёнными.
- Объяснено преимущество плужковых сбрасывателей в предлагаемой автором системе в сравнении с шиберами, которые функционируют на действующей системе.
- Исключение режима работы через останов под грузом. В предлагаемом автором проекте заполнение бункеров будет на ходу, без остановов. Что сэкономит: моторесурс оборудование, уменьшит механический износ, уменьшит аварийность, позволит держать уровни БСС равномерными.

- Эффективное управление. В предлагаемом проекте предусмотрено управление с пульта KET Auvere, включающее в себя новую логику, которая должна работать с новым оборудованием, исходя из условий, диктуемых персоналом KET Auvere.

Вышеизложенные показатели эффективности дают исчерпывающий ответ о преимуществе предлагаемой автором системы распределения материала. Цель дипломной работы, описанная во введении, была полностью достигнута. Нет ни одного пункта, где действующая система Meloni могла бы превосходить предлагаемый автором проект.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli selgitada välja operatsioonisüsteemi peamised puudused ning pakkuda välja jaotusmaterjali tehnoloogilise rühma uus versioon. Mugavaks põhjendamiseks ja praeguse Meloni süsteemi puuduste arvestamiseks jagati kõik probleemsed punktid kaheks põhiosaks: mehaaniline ja elektriline ning automaatne. Ettevõttes tekkivad probleemid toovad kaasa rahalist kahju. Seetõttu käsitleti kõiki autori poolt analüüsi käigus välja toodud vaadeldud probleeme eelkõige läbi majandusliku tasuvuse prisma. Selle põhjuseks on kavandatava projekti kättesaadavus ja tõhusus. Ükski ettevõtte ei muuda kunagi midagi, kui see ei too kaasa rahalist kasu võimalikult lühikese aja jooksul.

Autori pakutud uue põlevkivijaotussüsteemi projekt osutus praeguse Meloni süsteemiga võrreldes paremaks järgmistes näitajates:

- Kaks konveierit kaheksa asemel ehk neli korda vähem tööd remondil, tihendite vahetusel, puhastusvahenditel, dokkimislintide vahetusel, laagrite määrimisel, õlivahetusel jne.
- Vähemalt neli korda väheneb ka varuosade ja tehnoloogilise rühma varuosade ost ja ladustamine.
- Aspiratsiooniseadmete probleemide täielik kõrvaldamine kogu elektriijaama ülejäänud eluea jooksul. Nende puudumise tõttu autori pakutud projektis. Tuletan teile meelde, et kõige sagedamini on probleeme kuueteistkümnendsüsteemi imemisseadmetega.
- Selgitatakse adraheitjate eelist autori pakutud süsteemis võrreldes operatsioonisüsteemil töötavate väravatega.
- Töö katkestamine koormuse all. Autori pakutud projektis toimub punkrite täitmine käigu pealt, peatumata. Mis säästab: mootoriressursside varustus, vähendab mehaanilist pilti, vähendab õnnetusjuhtumite arvu ja võimaldab hoida BSS-i taset ühtlasena.
- Tõhus juhtimine. Kavandatav projekt näeb ette juhtimist KET Auvere juhtpaneelilt, mis sisaldab uut loogikat, mis peaks töötama uute seadmetega KET Auvere personali dikteeritud tingimustest lähtuvalt.

Ülaltoodud tulemusnäitajad annavad põhjaliku vastuse autori jaotussüsteemi eeliste kohta. Sissejuhatuses kirjeldatud lõputöö eesmärk saavutati täielikult. Pole ühtegi punkti, kus praegune Meloni süsteem võiks ületada autori pakutud projekti.

SUMMARY

The purpose of the diploma work was to identify the main shortcomings of the operating system and offer a new version of the technological group distribution material. For convenient justification and consideration of shortcomings of the current Meloni system, all problematic moments were divided into two main parts: mechanical and electrical and automatic. Problems that arise at the enterprise, entail financial losses. For this reason, all considered problems presented by the author during the analysis were considered primarily through the prism of economic profitability. The reason for this is the affordability and effectiveness of the proposed project. No company will ever change anything unless it leads to financial gain in the shortest possible time.

The project proposed by the author of the new shale distribution system compared to the current Meloni system turned out to be better according to the following indicators:

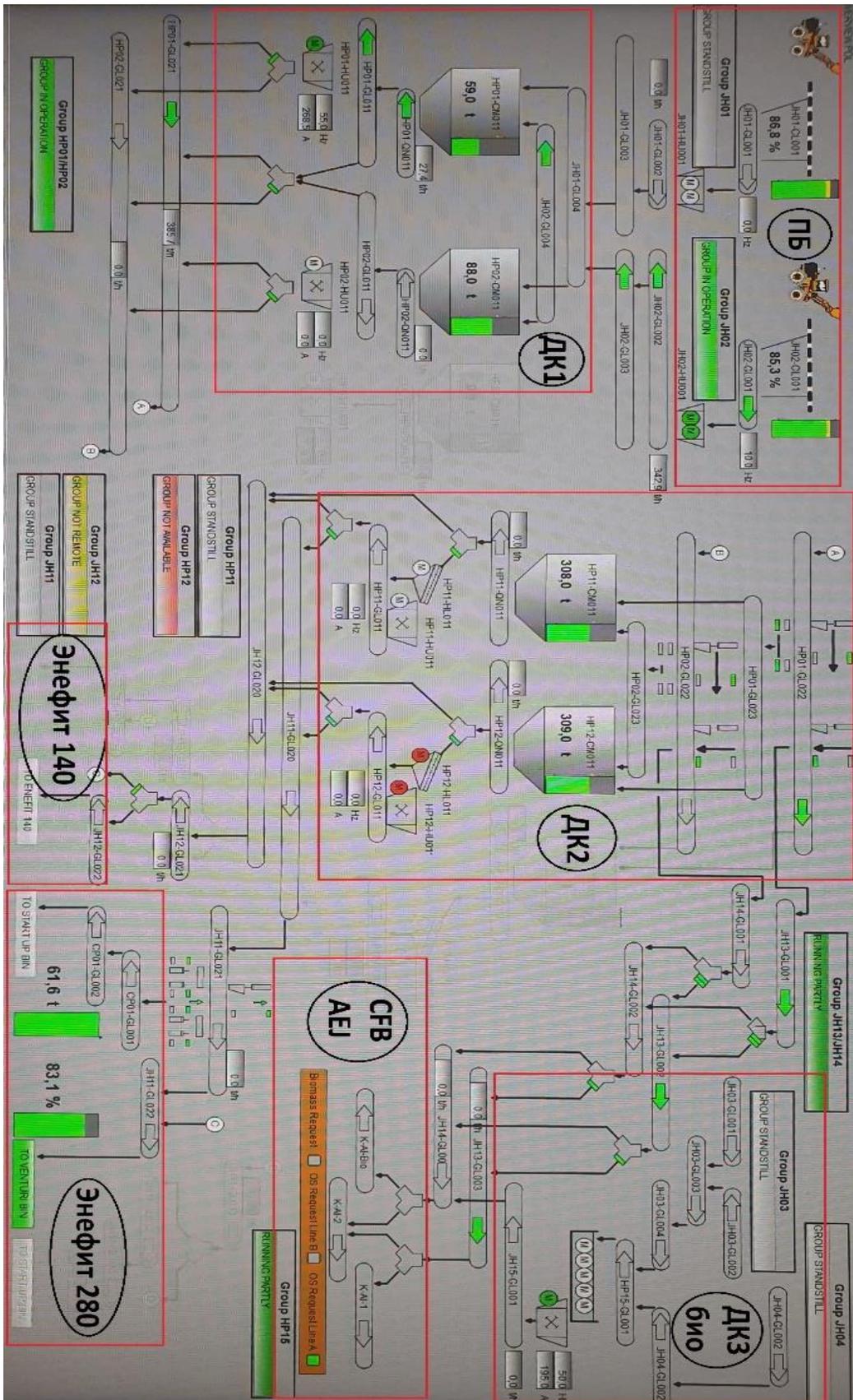
- Two conveyors instead of eight
- Purchase and storage of spare parts and spare elements of the technological group will also decrease at least four times.
- Full exclusion of problems with leaks
- Full exclusion of problems with dedusting system
- Explained the advantage of the plow throwers in the system proposed by the author in comparison with the shutters that function on the operating system.
- Effective management. The proposed project envisages control from the KET Auvere remote control, which includes new logic that must work with new equipment based on the conditions dictated by KET Auvere personnel.

The goal of the diploma thesis, described in the introduction, was fully achieved. There is no single point where the current Meloni system could surpass the project proposed by the author.

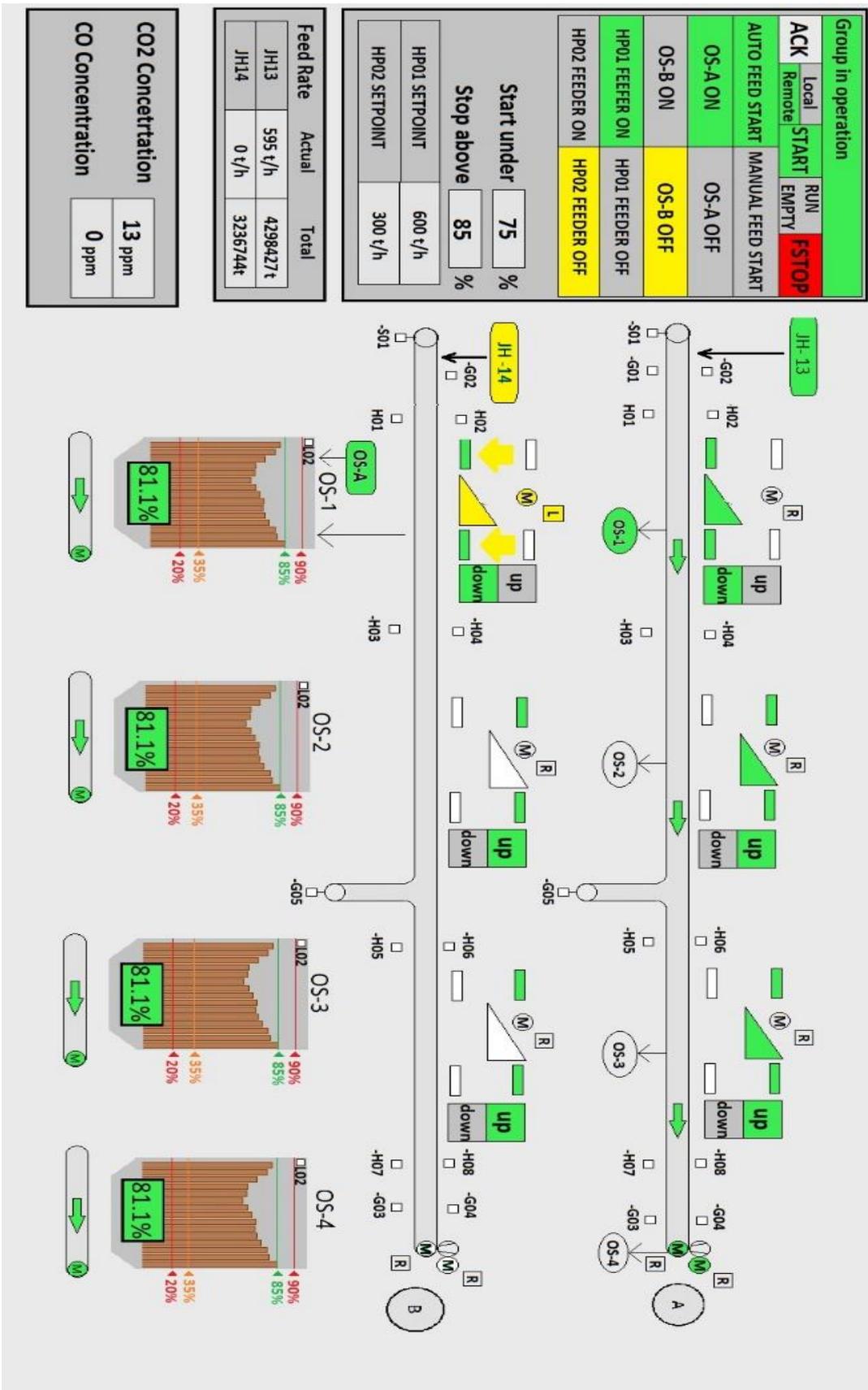
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Датчик радарного типа Indurad [Online] (25.04.23)
<https://www.indurad.com/technology/sensors/>
2. Аварийный тросовый выключатель [Online] (25.04.23)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/3SE71411EG10>
3. Датчик скоса ленты [Online] (25.04.23)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/3SE73101AE00>
4. Устройство аварийного отключения [Online] (25.04.23)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=3SB3801-0DF3>
5. Электропривод для плужкового сбрасывателя [Online] (25.04.23)
<https://www.auma.com/products/multi-turn-actuators/explosion-proof-actuators-saex-and-sarex/#detailsTab>
6. Устройство локального управления [Online] (25.04.23)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/3SU1803-0AB10-4HB1>
7. Датчик переполненности бункеров
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=7ML5671-.....-....>
8. Датчик скорости вращения [Online] (25.04.23)
https://www.turck.de/datasheet/ ru/edb_1500201_rus_ru.pdf
9. Индуктивный датчик положения плужка [Online] (25.04.23)
https://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_143.htm?view=productdetails&prodid=38672
10. Предпусковая сигнализация [Online] (25.04.23)
<https://www.sakt.ee/en/sound-signalisation/9081-snt-horn-green-amber-red-blue-signal-light-40-250acdc-max-110db-16-tones-ip65110db-16-tooni-ip65-12353743.html>
11. Outotec, Fuel Handling System, TRAINING MANUAL, DE-090506, General process description, Rev. 30.01.12
12. Eesti Energia Tehnoloogiatööstus AS, Projekt ER8092, Täite dokumentatsioon 2014

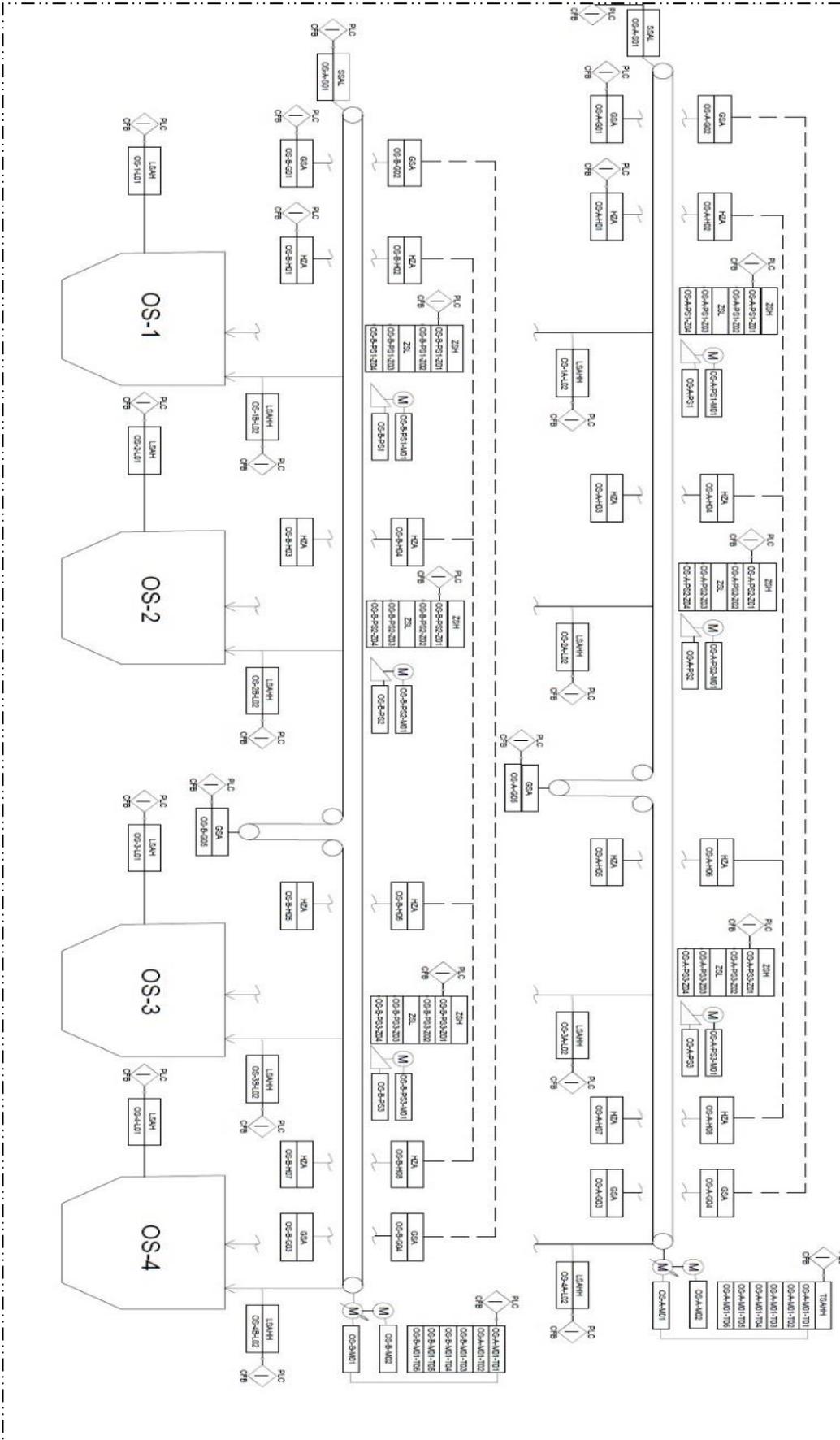
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ОБЩАЯ СХЕМА(ФОТО)



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ВАРИАНТ НОВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. P&I DIAGRAM



ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ОБЩИЙ ПЛАН ПРЕДЛАГАЕМОГО ПРОЕКТА

