



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП

Олексій КОЙФМАН

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Інтелектуальні системи управління
в гірничо-металургійному виробництві»
за спеціальністю 151 Автоматизація
і комп'ютерно-інтегровані технології

на тему «Автоматизована система оцінки стану та діагностики
механізмів коксової батареї1–біс коксового цеху»

Керівник роботи

Олександр СІМКІН

Консультант від
бази практики

Марк ПОДУШКІН

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Дмитро ЗОЛОТАРЬОВ

Підсумкова оцінка за атестацію				
--------------------------------	--	--	--	--

Голова ЕК

Андрій ЛЕОНОВ

Кам'янське 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра	автоматизації, електро- та робототехнічних систем
Ступінь вищої освіти	магістр
Спеціальність	151 Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології
ОПП	Інтелектуальні системи управління в гірничо-металургійному виробництві

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

Олексій КОЙФМАН

«24» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Золотарьову Дмитру Геннадійовичу

1. Тема роботи «Автоматизована система оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї»

керівник роботи Сімкін Олександр Ісакович, професор, канд. техн. наук,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету від 29.08. 2023 р. №137.1/29.08.2023

2. Строк подання роботи 10.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти з автоматизації, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики автоматичного регулювання та управління, літературні джерела, технологічні інструкції тощо

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Вступ. 1. Призначення та аналіз його поточного стану (за результатами практики). 2. Постановка задач автоматизації та обґрунтування та опису структури комп'ютерної системи обліку та оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї. Опис ССА, взаємозв'язку функц. задач. 3. Реалізація системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї (3.1. Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації механізмів коксової батареї, 3.2.Проектування системи управління механізмом пресштангу коксовиштовхувача коксової батареї. 3.3. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи управління механізмом пресштангу коксовиштовхувача коксової батареї. 4. Економічне обґрунтування системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї. Висновки. Додаток: Опис технологічного процесу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Схема структурна автоматизації. Схема функціональна автоматизації. Взаємозв'язок функціональних задач. Блок-схеми алгоритмів керування та програмного забезпечення. Результати розрахунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Економіки</i>	Сімкін О.І.		
<i>Нормоконтроль</i>			

7. Дата видачі завдання 24.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекта)	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Аналіз предметної області	25.12.2023 – 28.12.2023
2	Розділ 2. Постановка задач автоматизації та обґрунтування запропонованої структури комп'ютерної системи управління	25.12.2023 – 28.12.2023
3	Розділ 3. Реалізація запропонованої системи автоматизації	28.12.2023 – 02.01.2024
4	Розділ 4. Економічне обґрунтування запропонованої системи автоматизації	03. 01.2024 – 07.01.2024
5	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	07.01.2024 – 08.01.2024
6	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	08.01.204 – 10.01.2024
7	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	10.01.2024 – 16.01.2024
8	Рецензування завершеної роботи. Захист	16.01.2024 – 24.01.2024

Здобувач _____ Золотарьов Д.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Сімкін О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Золотарьов Дмитро Геннадійович. Автоматизована система оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1–біс коксового цеху. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». ОПП «Інтелектуальні системи управління у гірничо-металургійному виробництві» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кам'янське, 2024.

Об'єктом дослідження є механізми коксової батареї 1 - біс.

Предметом дослідження є система автоматизації стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс.

У першому розділі проаналізовано поточний стан механізмів коксової батареї 1 – біс. Надана загальна характеристика технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Приведено аналіз рішень на аналогічних об'єктах. В результаті визначена необхідність модернізації наявної системи та сформульована невирішена частина проблеми, яку планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

У другому розділі проведено постановку задач автоматизації та обґрунтування та опису структури комп'ютерної системи обліку та оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс.

У третьому розділі реалізовано систему оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 – біс; обрано технічні засоби автоматизації механізмів коксової батареї; спроектовано систему управління механізмом пресштанги коксовиштовхувача коксової батареї

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи автоматизації.

Зміст

Перелік прийнятих скорочень.....	7
Вступ.....	8
1. Призначення та аналіз його поточного стану (за результатами практики).....	10
1.1. Призначення і аналіз системи.....	10
1.2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми.....	12
1.3. Діюча система оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1-біс.....	13
2. Постановка задач системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс.....	15
2.1. Призначення і мета створення системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї.....	15
2.2. Вимоги до системи	16
2.3. Вимоги до чисельності та кваліфікації персоналу.....	17
2.4. Вимоги до надійності.....	17
2.5. Вимоги безпеки.....	19
2.6. Опис функціональної схеми системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї.....	21
2.7. Комплекс задач системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї.....	23
3. Реалізація системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї.....	24
3.1. Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації механізмів коксової батареї.....	24
3.1.1. Комплекс технічних засобів.....	25
3.1.2. Устаткування польового рівня	27
3.1.3. Контролерне обладнання.....	29
3.1.4. Устаткування верхнього рівня.....	33
3.2. Проектування системи управління механізмом пресштангикоксовиштовхувача коксової батареї.....	36
3.3. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи управління механізмом пресштангикоксовиштовхувача коксової батареї.....	40
4. Економічне обґрунтування системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї.....	47
4.1. Розрахунок капітальних витрат на автоматизацію виробництва.....	47
4.2. Розрахунок економічних показників автоматизації.....	48
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ДОДАТОК А. Обладнання коксової батареї, технологічний процес виробництва коксової продукції та можливі позаштатні та аварійні ситуації в коксовому цеху.....	52
ДОДАТОК Б. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ.....	68

Перелік прийнятих скорочень

АРМ – автоматичне робоче місце;
АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
БД – база даних;
БЕ – блок електронний;
ІОК – інформаційно-обчислювальний комплекс;
ВК – вимірювальний канал;
ДЖ – джерело живлення;
НД – нормативні документи;
ОС – операційна система;
ПК – персональний комп'ютер;
ПЗ – програмне забезпечення;
ТЗ – технічне завдання;
ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач;
ДС – постійний струм;
СС – серверна стійка;
СРП – станція розподільної периферії;
ПЗО – пристрої зв'язку з об'єктом;
ШД – шафа збору даних;
ШК – шафа контролера;
К/С – коксова сторона;
М/С – машина сторона;
КБ – коксова батарея;
КЦ – коксовий цех;
КВ – коксовиштовхувач;
ДМ – дверізімальна машина;
УЗВ – вугленавантажувальний вагон;
ЕК – електровоз.

Вступ

Коксохімічне виробництво є складовою частиною народного господарства чорної металургії. В задачу коксохімічного виробництва входить переробка кам'яного вугілля з отриманням з них кокса, коксового газу та хімічних продуктів коксування. Кокс є основним видом палива при виплавці чавуну. Одержують кокс шляхом сухої перегонки кам'яного вугілля, що коксується, в коксівних печах. Процес коксування полягає в нагріванні вугілля без доступу повітря до температури 1000-1100 °С.

На даний момент більшість обладнання КБ№ 1-біс є фізично застарілим. Основними недоліками даного обладнання є низька ремонтпридатність у зв'язку з відсутністю запчастин, відносно низький рівень продуктивності та якості продукції, часті простої через вихід із ладу окремих вузлів обладнання, великі витрати часу на пошук несправності.

Усі промислові підприємства мають критично-важливе обладнання, відмова в роботі якого має значний вплив на загальну ефективність виробництва. Чим критичніший вплив установки на технологічний процес і чим серйозніші можуть бути наслідки аварії, тим точніше мають бути методи контролю стану ключових вузлів та механізмів.

Несподівані відмови обладнання та механізмів дуже дорого обходиться промисловим компаніям. Класичні методи ремонту не дозволяють уникнути позапланових простоїв на виробництві, а отже несуть додаткові ризики для бізнесу. Уникнути більшості втрат виробництва і досягти стабільної роботи обладнання дозволяє використання сучасних систем діагностування. Для надійної безаварійної експлуатації виробничого процесу необхідний контроль технічного стану обладнання, яке знаходиться в експлуатації, в режимі реального часу, тобто необхідно забезпечити моніторинг технічного стану та автоматичну діагностику.

Впровадження автоматизованої системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс дозволить підвищити якість та ефективність технологічного процесу та продовжити термін служби коксової батареї.

Документація кваліфікаційної роботи розроблена відповідно до вимог державних стандартів. При розробці проекту використовувалася документація на технічні засоби, що застосовуються в АСУ ТП та технологічний регламент виробництва коксової продукції коксового цеху.

Наведені у цьому проекті технічні рішення розроблено відповідно до нормативних документів, що регламентують принципи побудови автоматизованих систем управління технологічними процесами. Технічні рішення, прийняті у проекті та робочих кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших

норм, що діють в Україні, та забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей експлуатацію системи за дотримання передбачених у проекті заходів.

Апробацією результатів магістерської роботи є публікація тез доповідей на:

1. Золотарьов Д.Г. Автоматизована система збору параметрів роботи та діагностики технічного стану механізмів коксової батареї. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20–22 квітня 2023 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2023. – с. 124-126.

2. O.I. Simkin, D.G.Zolotaryov. AUTOMATED SYSTEM FOR VIBRATION MONITORING AND DIAGNOSTICS OF A COKE OVEN PUSHER. International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 29-30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”. 2023. Vol. 2. P.60-63. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-99>

1. Призначення та аналіз його поточного стану (за результатами практики).

Обладнання коксової батареї, технологічний процес виробництва коксової продукції та можливі позаштатні та аварійні ситуації в коксовому цеху розглянуто в додатку 1.

1.1. Призначення і аналіз системи.

Аварійність електроприводів на підприємствах доволі висока.

Аналіз причин виходу з ладу електричних машин дозволяє виділити наступне:

- неякісне, некваліфіковане обслуговування електроустаткування з боку обслуговуючого виробничого персоналу, що призводить до порушення регламентованих вимог і, в кінцевому підсумку, виходу машини з ладу;
- відсутність в практиці експлуатації уніфікованих пристроїв захисту, які дозволяли б не тільки виконувати регламентні вимоги до експлуатованих режимам, але і, що найголовніше, виключити технічну некомпетентність з боку обслуговуючого персоналу.

Показником надійності електричних машин є мінімізація відмов.

В процесі експлуатації електричних машин в них періодично з'являються випадкові несправності в роботі і вимушені зупинки. Для забезпечення тривалої працездатності електромеханічної системи, а також для попередження тяжких наслідків від розвитку аварійної ситуації система автоматичного керування має виконувати функцію діагностики стану обладнання і в разі появи нештатної або аварійної ситуації виконувати низку дій, зокрема вимикання електрообладнання від мережі живлення.

Накопичено достатньо достовірний статистичний матеріал, що стосується експлуатаційної надійності електричних систем електроприводу.

По статистиці найбільше число відмов в машинах постійного струму припадає на колекторно-щітковий вузол і на підшипники.

Для коксовиштовхувача для приводів механізмів пересування, виштовхування і планувальної штанги прийняті електродвигуни постійного струму тип Д.

На дверізімальної машині та вуглезавантажувальні машини на привод переміщення встановлено електродвигуни постійного струму тип Д.

Стосовно технічного обслуговування і ремонту складних технічних об'єктів має місце доцільність заміни стратегії планово-попереджувальних ремонтів на стратегію управління експлуатаційною надійністю цих об'єктів за їх технічним станом. Власне це й призводить до виникнення ідеї моніторингу як такого.

При впровадженні системи моніторингу необхідно обґрунтування необхідної кількості діагностичних параметрів.

До параметрів діагностування електроприводів входить:

- сила струму (навантаження на вал електродвигуна);
- рівень вібрації;
- температура підшипникових вузлів.

Ці параметри мають гранично-допустимі значенні перевищення яких призводить до аварійних ситуацій.

Детальний аналіз сучасного стану систем організації робіт з технічного обслуговування і ремонту складних технічних об'єктів переконує в необхідності переходу від системи планово-попереджувальних ремонтів до стратегій управління експлуатаційною надійністю цих об'єктів за їх технічним станом. Переваги такого переходу з точки зору економії трудових, матеріальних і фінансових ресурсів безперечні, а в умовах ринкової економіки просто необхідні. Однак, такий перехід можливий тільки за умови створення систем технічної діагностики і систем моніторингу технічного стану контролю механізмів.

Для створення сучасних систем діагностики та моніторингу складних технічних об'єктів необхідні:

- первинна вимірювальна апаратура технічних параметрів;
- інформаційно-обчислювальна техніка для переробки та візуалізації зібраної інформації;
- різні інформаційні технології або, іншими словами, правила вимірювання та збору технічних сигналів, алгоритми перетворення цих сигналів в цифрову діагностичну інформацію і комплекси програм перетворення, зберігання, візуалізації і протоколювання накопичених даних за допомогою математичних моделей переходів станів (при технологіях діагностування) і процесів деградації (при технологіях моніторингу) стану контрольованих об'єктів.

В даний час методи обслуговування машин і механізмів прийнято поділяти в загальному випадку на три види:

- обслуговування обладнання після виходу його з ладу;
- обслуговування обладнання по регламенту;
- обслуговування по фактичному стану;

Задача системи моніторингу та діагностики полягає в мінімізації обслуговування обладнання після виходу його з ладу та переведення обслуговування по регламенту в категорію обслуговування по фактичному стану.

Моніторинг на базі спектрального, кореляційного і гармонійного аналізу діагностичних даних дозволяє науково обґрунтовано:

- прогнозувати відмови і в зв'язку з цим планувати терміни і обсяг ремонтів обладнання, витрати трудових, матеріальних і фінансових ресурсів в системі техобслуговування і ремонтів;
- визначати достатні критерії оцінки стану об'єктів;

- визначати значення критеріїв оцінки стану об'єктів;
- визначати характерні ознаки несправності.

1.2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

В процесі написання кваліфікаційної роботи було проаналізовано наукові статті та роботи і було виділено деякі витримки з наукових статей та робіт.

На сучасному етапі розвитку машинного обладнання основним напрямом забезпечення працездатності стану техніки є підвищення ефективності її контролю. Для цього проводиться робота з вивчення технічного стану обладнання та аналізу параметрів його змін. Більшість несправностей машинного обладнання виражається в підвищенні вібрацій, отже аналіз вібрації є потужним засобом для діагностики обладнання [1].

Технічний стан кожного об'єкта характеризують різні фізичні величини – механічні, гідромеханічні, аеромеханічні, термодинамічні, електричні, електромагнітні, оптичні, акустичні, та ін., аналіз яких дозволяє обґрунтувати безліч діагностичних параметрів для визначення технічного стану обладнання без його демонтажу. Обслуговування обладнання по його фактичному стану базується на застосуванні ряду методів технічної діагностики та розпізнавання технічних станів, які при спільному використанні можуть визначити більшу частину різних дефектів, що виникають на теплоенергетичному обладнанні [2].

Світовий досвід доводить, що єдиним шляхом підвищення безпеки експлуатації без зміни технологічних режимів є поліпшення якості технічного обслуговування на базі сучасних засобів вимірювання динамічних навантажень і вібродіагностики пошкоджень [3].

При роботі будь-якої електромеханічної системи виникають аварійні ситуації, зумовлені дією різних внутрішніх та зовнішніх чинників. Цілком зрозуміло, що для забезпечення тривалої працездатності електромеханічної системи, а також для попередження тяжких наслідків від розвитку аварійної ситуації система автоматичного керування має виконувати функцію діагностики стану обладнання і в разі появи нештатної або аварійної ситуації виконувати низку дій, зокрема вимкнення електрообладнання від мережі живлення. Технічно-грамотно виконана система діагностики стану обладнання та апаратура захисту дають змогу збільшити час між планово-запобіжними ремонтами обладнання та уникнути істотних витрат на усунення наслідків аварії [4].

На сьогоднішній день існує цілий ряд методів неруйнівного контролю і оперативної діагностики, що забезпечують певний ступінь достовірності одержуваної інформації. Для оцінки технічного стану електричних машин ці методи використовують різні діагностичні параметри. В даний час відомі наступні основні методи діагностики

електродвигунів:

- засновані на аналізі електричних параметрів машини;
- діагностики стану ізоляції;
- засновані на аналізі вібрації окремих елементів агрегату;
- на аналізі акустичних коливань, створюваних машиною що працює;
- на вимірі і аналізі магнітного потоку в зазорі двигуна і зовнішнього магнітного поля;
- на вимірі і аналізі температури окремих елементів машини;
- діагностики механічних вузлів (зокрема підшипників), засновані на аналізі вмісту заліза в маслі [5].

1.3. Діюча система оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1-біс коксового цеху.

Під час військового стану багатьом підприємствам доводиться заморожувати інвестиції в нове обладнання та продовжувати працювати на старих та вироботаних промислових потужностях. Щоб мінімізувати простої обладнання, усунення наслідків аварійних ситуацій та скоротити витрати на технічне обслуговування та планові ремонти потрібно вводити в обслуговування обладнання його технічну діагностику.

На коксових машинах використовується багато електроприводів для яких потрібен постійний контроль.

К основним задачам по контролю стану та діагностики обладнання коксових машин відноситься:

- захист основного обладнання від аварій (предаварійна сигналізація);
- контроль стану обладнання по заявам обслуговуючого персоналу (після виявлення відхилень в роботі обладнання);
- контроль стану обладнання після обслуговування;
- періодичний контроль за станом допоміжного обладнання (для зниження кількості позапланових зупинок основного та допоміжного обладнання);
- постійний контроль та періодичний прогноз стану основного обладнання;
- створення єдиного центру збору інформації про стан виробничих фондів підприємства.

Основною метою впровадження технології контролю стану та діагностики обладнання є:

- мінімізація кількості відмов та позапланових ремонтів обладнання;
- зростання інтервалів між плановим обслуговуванням та ремонтами;
- перехід на обслуговування та ремонт обладнання по фактичному стану.

Для діагностики обладнання яке обертається, дуже важливо мати

інформацію про частоту обертання роторів та сигнали з первинних перетворювачів струму електричних машин. Якщо вимірювальні перетворювачі робочих процесів в машинах є, то передача сигналів з системи АСУ в систему діагностики є однією з первинних задач створення корпоративної системи діагностування обладнання.

Для контролю стану та діагностування обладнання стандарти ISO пропонують використовувати параметри вібрації, теплового випромінювання (температури), струму приводних електродвигунів.

Для надійної безаварійної експлуатації виробничого процесу необхідний контроль технічного стану обладнання, яке знаходиться в експлуатації, в режимі реального часу, тобто необхідно забезпечити моніторинг технічного стану та автоматичну діагностику. Нажаль в коксовому цеху відсутня можливість діагностування обладнання в реальному часі.

Діагностування проводиться ремонтним персоналом, який фізично не завжди встигає перевірити все обладнання цеху за робочу зміну. Переносні засоби для контролю стану та діагностування робочих параметрів обладнання коксових машин представлено на рис. 1.



Рисунок 1 – Переносні засоби для контролю стану обладнання
1 – Віброручка; 2 – Пірометр; 3 – Струм вимірювальні кліщі

2. Постановка задач системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс.

2.1. Призначення і мета створення системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї.

Система призначена для забезпечення контролю стану технологічних параметрів та агрегатів, а також управління роботою обладнання, виходячи з технологічного регламенту.

Впровадження автоматизованої системи має забезпечити:

- прогнозування відмов і в зв'язку з цим планувати терміни і обсяг ремонтів обладнання, витрати трудових, матеріальних і фінансових ресурсів в системі техобслуговування і ремонтів;
- контроль стану окремих пристроїв технологічного процесу із забезпеченням світлової та звукової сигналізації при спрацюванні аварійних захистів;
- формування повідомлень для диспетчера;
- візуалізацію стану обладнання у вигляді мнемосхем та трендів;
- надання інформації персоналу у вигляді звітів та діаграм за різні періоди часу.

Цілями створення автоматизованої системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс є:

- підвищення якості та оперативності процесів управління технологічним процесом за рахунок структурного та територіального розподілу обчислювальних та керуючих ресурсів;
- поліпшення умов роботи оперативного персоналу за рахунок централізації контролю та управління технологічним процесом, забезпечення операторів досить повною, достовірною та сучасною інформацією;
- підвищення технологічної дисципліни оперативного персоналу за рахунок протоколювання дій операторів та диспетчерів;
- забезпечення керівників та спеціалістів інструментальними засобами та необхідною інформацією для підтримки прийняття рішень;
- підвищення надійності систем контролю та управління за рахунок застосування сучасних засобів розподіленого контролю, цифрових ліній зв'язку та наявності функцій самодіагностики;
- збільшення виходу товарної продукції (коксу та коксового газу);
- поліпшення якісних показників товарної продукції;
- зменшення матеріальних та енергетичних витрат;
- запобігання аварійним ситуаціям

Ключовим критерієм якості автоматизованої системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс є стабільність заданих характеристик технологічного процесу. Крім того, передбачається, що досягнення вищезазначених цілей має сприяти покращенню екологічної обстановки за рахунок зменшення викиду шкідливих речовин в атмосферу.

2.2. Вимоги до системи.

Зважаючи на велику територіальну рознесеність машин і механізмів, необхідно вибирати обладнання для реалізації автоматизованої системи управління, що дозволяє реалізувати розподілену структуру управління використовуючи цифрові канали зв'язку.

Для зв'язку з поверненим рівнем використовувати лише інтерфейс Ethernet (Industrial Ethernet або Fault Tolerance Ethernet).

Система повинна включати:

- резервований контролер Siemens S7-1500;
- резервовані засоби зв'язку програмно-технічних засобів верхнього рівня та нижнього рівня;
- два резервовані технологічні сервери системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс;
- дві резервовані робочі станції оператора;

Система повинна мати розподілену багаторівневу структуру контролю:

1ий рівень – датчики та перетворювачі фізичних та хімічних параметрів, виконавчі механізми, електричні апарати.

2-й рівень – пристрої зв'язку з об'єктом - модулі контролю та перетворення сигналів з датчиків та електричних апаратів, промислові контролери, що здійснюють сканування сигналів аналогового та дискретного введення відповідно до заданого циклу, формування керуючих сигналів згідно з заданим алгоритмом, а також обробку отриманої інформації, її зберігання та передачу;

3-й рівень – сервери та робочі станції оператора для збору, зберігання та візуалізації інформації про технологічний процес, а також сервери для обміну даними із MES-системою підприємства.

Система повинна мати можливості подальшого розширення за структурою та функціональністю, що нарощується, легко адаптуватися до змін характеристик технологічного процесу, допускати розширення обсягу інформаційних завдань і завдань управління.

Структура та топологія розміщення технічних засобів системи на об'єктах повинна розроблятися з урахуванням вимог мінімізації витрати кабельної продукції.

2.3. Вимоги до чисельності та кваліфікації персоналу

Кваліфікація персоналу, який обслуговує систему, має забезпечувати ефективне функціонування закріпленого обладнання у всіх заданих режимах.

Персонал, який обслуговує систему, повинен бути підготовлений до виконання своїх обов'язків відповідно до посадових інструкцій та проведення робіт відповідно до інструкцій з експлуатації.

До роботи з технічними засобами системи повинні допускатися фахівці, які пройшли навчання та мають, згідно з «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів», кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче третьої. Крім того, особи, які виконують роботи з налагодження та сервісного обслуговування технічних засобів системи, повинні мати відповідну профільну освіту.

Обслуговуючий персонал повинен включати спеціалістів:

- адміністратор верхнього рівня системи;
- інженер з обчислювальної техніки та засобів зв'язку;
- інженер АСУ ТП;
- електрик;
- слюсар КВПіА.

Вимоги до кваліфікації персоналу (освіта, спеціальна підготовка, стаж) встановлюється чинними нормативними документами з урахуванням конкретних особливостей технічних засобів, що використовуються в системі. Навчання персоналу обслуговування системи має бути проведено на етапі проведення дослідної експлуатації.

Для підтримки необхідного рівня підготовки персоналу в процесі експлуатації системи повинні проводитися навчання, тренування та періодична атестація.

2.4. Вимоги до надійності.

Середнє напрацювання на відмову типу «хибне спрацьовування» (хибна видача) має бути > 30000 годин. Під відмовою слід розуміти наявність у системі будь-який із команд управління, вироблюваної системою внаслідок виконання відповідної функції управління за вхідними сигналами, за відсутності у системі таких.

Середнє напрацювання на відмову типу «не спрацьовування» (перепустка команди) має бути > 30000 годин. Під відмовою слід розуміти відсутність у Системі будь-якої з команд управління, що виробляється внаслідок виконання відповідної функції управління за аварійними сигналами.

Для інформаційних функцій відмова – припинення збору, обробки чи передачі необхідного обсягу інформації. Режим експлуатації системи – безперервний. Режим обслуговування – періодичне регламентне обслуговування з термінами, що обумовлюються в інструкції з експлуатації.

Відновлення всіх функцій після збою має відбуватися автоматично. Середній термін служби системи > 10 років. Система має залишатися як відновлювана та ремонтпридатна структура, розрахована на тривале функціонування. Вимоги до показників надійності технічних засобів системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 – біс вибираються виходячи з того, що сумарний коефіцієнт втрат через відмови системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс не повинен перевищувати одного відсотка.

Періодичність та тривалість зупинок повинні регламентуватися графіком ремонтів електроустаткування. Вимоги до показників надійності встановлюються відповідно до ГОСТ 24.701-86 окремо для кожної функції (з урахуванням самодіагностики та відновлення) лише

для раптових та незалежних відмов. Повинні бути використані такі основні способи підвищення надійності:

- Підвищення апаратної надійності елементів системи;
 - наявність апаратної, інформаційної, функціональної та алгоритмічної надмірності, що забезпечує працездатність деградованих систем при поодиноких відмови без зупинки обладнання;
 - діагностика технічних засобів та програмного забезпечення;
 - захист від видачі неправдивих команд та недостовірної інформації;
 - раціональний розподіл функцій управління між технічними засобами та персоналом;
 - використання раціонального людино-машинного інтерфейсу, що дозволяє швидко та однозначно ідентифікувати та керувати ситуацією;
 - передача та обробка інформації у цифровій формі;
 - Використання спеціальних кодів для захисту інформації в процесі обміну;
 - захист даних та програмного забезпечення від несанкціонованого втручання;
 - Полегшений режим роботи елементів системи;
 - гальванічна розв'язка каналів, модулів, шин тощо;
 - організація раціональної експлуатації системи та забезпечення запасними частинами;
 - Підвищення рівня кваліфікації обслуговуючого персоналу.
- Живість системи повинна забезпечуватися за основними функціями, зокрема за:
- повної втрати електропостачання з боку змінного струму системи власних потреб (тимчасово трохи більше години);
 - Пошкодження будь-якого з одиночних елементів апаратури Системи.

2.5. Вимоги безпеки.

Неправильні дії обслуговуючого персоналу не повинні призводити до аварійної ситуації згідно з вимогами безпеки ГОСТ 24.104-85. Технічні засоби Системи з метою захисту людини від ураження електричним струмом повинні відповідати вимогам ГОСТ 26104-89, вимогам електричної та механічної безпеки згідно з ГОСТ 25861-83, за класом захисту не нижче I і відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.0-75, ПУЕ, ПЕЕ, ПТБ.

При встановленні, монтажі, технічному обслуговуванні та експлуатації технічних засобів Системи повинні дотримуватися вимог щодо техніки безпеки, викладених в експлуатаційній документації, а також вимог, встановлених «Правилами пристроїв електроустановок» (ПУЕ) та Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів.

Технічні засоби Системи повинні відповідати загальним вимогам щодо пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 29075-91 та ГОСТ 25804.4-83. У приміщеннях, призначених для експлуатації технічних засобів системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї 1 - біс, що розробляється, повинні бути передбачені заходи протипожежної безпеки. Потенційна небезпека технологічного процесу у сенсі закладена загалом у самому виробництві. Технологічні процеси цього виробництва характеризуються застосуванням токсичних, пожеже- і вибухонебезпечних продуктів, що у сукупності пред'являє жорсткі вимоги до АСУТП.

У зв'язку з цим технічні засоби, що використовуються у складі АСУТП, що встановлюються безпосередньо на технологічних установках, за захищеністю від впливу навколишнього середовища повинні мати вибухозахищене виконання, що відповідає категорії вибухонебезпечності технологічного процесу та застосовуванню на виробництві продуктам. Інші технічні засоби, що встановлюються в приміщеннях управління нормального виконання. Для технологічних процесів, які вимагають забезпечення вибухозахисту об'єкта автоматизації, всі канали введення-виведення повинні бути оснащені вибухозахистом типу "іскробезпечний електричний ланцюг".

Технічні засоби системи мають бути заземлені. Заземлення територіально розосереджених технічних засобів Системи повинно виконуватись за місцем їх встановлення відповідно до вимог ГОСТ 12.1.030-81.

Технічні засоби системи в частині електромагнітних полів, що створюються ними, радіочастот повинні відповідати вимогам ГОСТ 13109-97, ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.3.002-75; Розміщення технічних засобів Системи має відповідати вимогам «Будівельних норм та правил» (СНіП 1.02.01-85) та «Санітарних норм проектування промислових підприємств». Конструкція та розміщення стійок (шаф) Системи повинні задовольняти вимогам електробезпеки та пожежної безпеки відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ, ГОСТ 12.2. Стійки (шафи) повинні бути оснащені механічним блокуванням дверей (кришок), що виключають їх мимовільне та несанкціоноване відкриття. Усі зовнішні елементи технічних засобів Системи, що знаходяться під напругою, повинні бути захищені від випадкового дотику обслуговуючого персоналу до цих елементів, а також мати запобіжні написи та гравіювання.

Обслуговуючий персонал повинен пройти перевірку знань відповідно до вимог НД та мати відповідну групу з електробезпеки, яка дозволяє обслуговування електроустановок напругою до 1000 В. Комплекс заходів щодо захисту від несанкціонованого доступу в Системі повинен виконуватись у відповідність до вимог нормативних документів України:

- ЗАКОН УКРАЇНИ. Про захист інформації в автоматизованих системах.

Постанова ВР N 81/94-ВР від 05.07.94;

- НД ТЗІ 1.1-002-99. Загальні положення щодо захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу, затверджених наказом ДСТСЗІ від 28.04.99 N 22 «Про затвердження і введення в дію нормативних документів»;

- НД ТЗІ 2.5-005-99. Класифікація автоматизованих систем і стандартних функціональних профілів захищеності оброблюваної інформації від несанкціонованого доступу, затверджено наказом ДСТСЗІ від 28.04.99 N22;

- НД ТЗІ 2.5-004-99. Критерії оцінки захищеності інформації комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу, затверджених наказом ДСТСЗІ від 28.04.99 N22;

- НД ТЗІ 1.1-003-99. Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу, затверджено Наказом ДСТСЗІ від 28.04.99 N22.

Для захисту від несанкціонованого доступу до програмно-апаратного комплексу Системи має передбачатися виконання наступних заходів:

- організаційне обмеження доступу сторонніх осіб до приміщень, де знаходяться апаратні засоби системи;

- фізичний (механічний) захист приміщень та обладнання Системи (замки та пломби на обладнанні та монтажних шафах);

- Програмний захист (установка паролів);

- гарантоване розмежування доступу користувачів до програм інформації, включаючи розмежування доступу до робочих місць;

- реєстрація входу (виходу) користувачів до системи;

- заборона несанкціоноване зміна конфігурації комплексів;

- забезпечити захист системи загалом від несанкціонованого доступу (у тому числа, при використанні USB – накопичувачів тощо) Для захисту від несанкціонованого доступу в журналі подій фіксуйте такі події:

- Зникнення напруги;

- відновлення напруги;

- відключення живлення вузла/блоку системи.

Ступінь дозволу доступу до системи має визначатися паролем користувача. Спеціальне програмне забезпечення системи має фіксувати та проводити моніторинг наступних подій:

- Зміна конфігурації Системи;

- Зміна часу/дати;

- Зникнення напруги;

- Відновлення напруги.

2.6. Опис функціональної схеми системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї.

Функціональна схема системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї включає різні компоненти та етапи для ефективного нагляду, контролю та аналізу роботи обладнання.

Функціональні задачі системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї складаються з наступних підсистем:

- Керуюча підсистема;
- Підсистема введення бази даних;
- Підсистема архівування бази даних;
- Підсистема формування ТЕП;
- Інформаційна підсистема;
- Підсистема управління;
- Підсистема нижнього рівня.

Взаємозв'язок функціональних задач системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї зображено на схемі АБЕРС.1н11а. КРМ11111111.АТХ-4А

2.7. Комплекс задач системи моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї.

Система моніторингу та діагностики механізмів коксової батареї вирішує ряд складних завдань з метою забезпечення ефективності, безпеки та стабільності виробництва. Комплекс задач, які вона включає, можуть бути наступними:

1. Моніторинг параметрів роботи:

- Задача - забезпечити постійний моніторинг ключових параметрів, таких як температура, тиск, вологість, щоб виявляти відхилення від нормальних значень.

2. Виявлення аномалій та несправностей:

- Задача - розробити алгоритми та методи для виявлення аномалій в роботі обладнання, таких як перегрів, витрати матеріалів або втрати ефективності.

3. Прогнозування та попередження поломок:

- Задача - використовуючи аналітичні інструменти та алгоритми машинного навчання, розробити систему, яка може прогнозувати можливі поломки та запобігати їм за допомогою попереджень.

4. Оптимізація робочих процесів:

- Задача - розробити програмні регулятори та системи автоматичного управління, які оптимізують робочі параметри для підвищення ефективності та економії ресурсів.

5. Забезпечення безпеки:

- Задача - визначити методи та критичні параметри для виявлення небезпечних ситуацій, а також розробити системи аварійного вимкнення та сигналізації.

6. Аналіз та звітність:

-Задача - забезпечити можливість аналізу даних, створення звітів та візуалізації інформації для інженерів та операторів.

7. Взаємодія з операторами та інженерами:

-Задача - розробити інтерфейси, що дозволяють операторам та інженерам взаємодіяти з системою, вносити корективи та отримувати необхідну інформацію.

8. Системи реагування на аварії:

-Задача - визначити сценарії аварій та розробити системи для автоматичного або ручного реагування на критичні ситуації.

9. Підтримка надійності та доступності:

-Задача - впровадити системи резервування та планування обслуговування для забезпечення надійності та доступності обладнання.

Цей комплекс задач допомагає створити комплексну систему моніторингу та діагностики, яка не лише виявляє поточні проблеми, але й допомагає уникнути їх у майбутньому, підвищуючи продуктивність та безпеку коксохімічного виробництва.'

3. Реалізація системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї

3.1. Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації механізмів коксової батареї.

3.1.1. Комплекс технічних засобів.

Комплекс технічних засобів системи забезпечує виконання всіх функцій автоматизованої системи управління технологічним процесом КБ 1біс. Комплекс технічних засобів забезпечує можливість створення на його базі автоматизованих систем управління різного масштабу та призначення, а також їх модернізацію та розширення у процесі експлуатації.

Технічні засоби, що використовуються у складі системи, забезпечують відкриту архітектуру та відповідають вітчизняним та міжнародним стандартам.

Як база для реалізації системи використано контролерне обладнання Siemens SIMATIC.

Програмно-технічний комплекс є розподіленою системою, що складається з програмно і апаратно сумісних технічних засобів, об'єднаних локальними обчислювальними мережами.

Програмно-технічний комплекс включає:

- контролери Siemens S7-1500, на базі яких реалізуються алгоритми контролю та управління;
- пристрої зв'язку з об'єктом у вигляді станцій розподіленої периферії;
- технічні засоби відображення інформації та прийому команд оперативного персоналу (робочі станції операторів);
- технічні засоби (технологічний сервер АСУ ТП) для виконання таких функцій як: створення та зберігання даних та нормативно-довідкової інформації, архівування, виконання розрахункових функцій;
- системи передачі даних на базі локальних обчислювальних мереж;
- сервісні засоби для експлуатації, перевірки, контролю працездатності та обслуговування системи АСУ ТП.

Комплекс технічних засобів системи забезпечує безперервну роботу системи та роботу оператора з будь-якої з робочих станцій у будь-який момент часу. Технічні засоби системи забезпечують надійну роботу серверів та операторських робочих станцій.

3.1.2. Устаткування польового рівня.

Вхідними даними для вибору датчиків є основні технологічні параметри. Для вибору датчиків треба брати до уваги максимальні та мінімальні значення параметрів. Також при виборі датчиків

користуватися «Стандарт АСУ ТП» ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ». Цим документом стандартизуються вимоги до проектування, розробки, впровадження, супроводу та експлуатації комплексу технічних і програмних засобів автоматизованих систем управління технологічними процесами Рівня L0 і Рівня L1 для підприємств Групи Метінвест.

Система забезпечує безперервний контроль, облік та регулювання технологічних процесів КБ 1бїс. Кожен датчик або перетворювач видає струмовий сигнал 4-20мА на входи контролера через пристрій гальванорозв'язки, що служить прийому та обробки інформації. Управління схемою керування механізмами коксових машин здійснюється через дискретний вихід за допомогою проміжного реле контактора CJX2 09A 24В. Контактор CJX2 09A 24В забезпечує відключення лінійного контактору відповідних механізмів.

Сформулюємо таблиці, в яких буде зазначені датчики для забезпечення системи діагностики та дискретні виходи для управління схемою керування механізмами коксових машин.

Таблиця 1 – Перелік датчиків в відповідності з позиціями

Аналогові датчики				
Параметр	Кількість (шт)	Модель	Діапазон вимірювання	Сигнал
Струм механізму виштовхування КВ-1	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму виштовхування КВ-2	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму планування шихти КВ-1	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму планування шихти КВ-2	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення КВ-1	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення КВ-2	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення ДМ№1	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення ДМ№2	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення УЗВ№1	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA
Струм механізму переміщення УЗВ№2	1	ПНС-650-1-3	0÷600А	4-20mA

	Аналогові датчики			
Параметр	Кількість (шт)	Модель	Діапазон вимірювання	Сигнал
Температура підшипників механізму виштовхування КВ-1	4	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму виштовхування КВ-2	4	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму планування шихти КВ-1	2	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму планування шихти КВ-2	2	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення КВ-1	16	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення КВ-2	16	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення ДМ№1	4	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення ДМ№2	4	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№1	16	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA
Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№2	16	WDB79V3AI	0÷200°C	4-20mA

Таблиця 2 - Перелік дискретних виходів для управління схемою керування механізмами коксових машин. у відповідності з позиціями

Найменування регульованого параметру	Тип реле	Сигнал
Механізм виштовхування KB-1	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм виштовхування KB-2	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм планування KB-1	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм планування KB-2	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення KB-1	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення KB-2	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення ДМ -1	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення ДМ - 2	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення УЗВ -1	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В
Механізм переміщення УЗВ - 2	Контактор CJX2 09A 24B	0 або 24В

3.1.3. Контролерне обладнання.

Програмований логічний контролер — це комп'ютер промислового класу, який використовується для автоматизації машин і процесів у промисловості шляхом керування входами та виходами через запрограмовану логіку. Він приймає сигнали від датчиків (входи) і живить виконавчі механізми (виходи) на основі логіки, запрограмованої під час роботи в режимі реального часу.

Переваги:

1. Більш висока надійність;
2. Більша гнучкість, оскільки в програмі можна вносити зміни;
3. Економічність для керування складними системами;
4. Простіше програмування та усунення несправностей;
5. Швидший час відповіді;
6. Стійкість до електричних перешкод;
7. Стійкість до вібрації.

ПЛК складається як з апаратного, так і з програмного забезпечення.

Апаратне забезпечення — це частина системи, яку ви можете бачити, а програмне забезпечення — це набір комп'ютерних програм, які контролюють роботу апаратного забезпечення.

Апаратне забезпечення ПЛК також підключається до іншого обладнання, такого як пристрої введення та виведення та людино-машинні інтерфейси (HMI).

Оскільки програми ПЛК відрізняються за складністю то зовнішній вигляд апаратного забезпечення також ПЛК значно відрізняється.

Крім того, зважаючи на потреби клієнтів, ПЛК Siemens SIMATIC доступні у вигляді модульних контролерів, вбудованих контролерів або контролерів на базі ПК.

Згідно розглянутих датчиків створюємо апаратну частину проекту с середовище TIAPortal. Будемо використовувати контролер SiemensS7-1500. Апаратна частина проекту представлена на рис. 2.

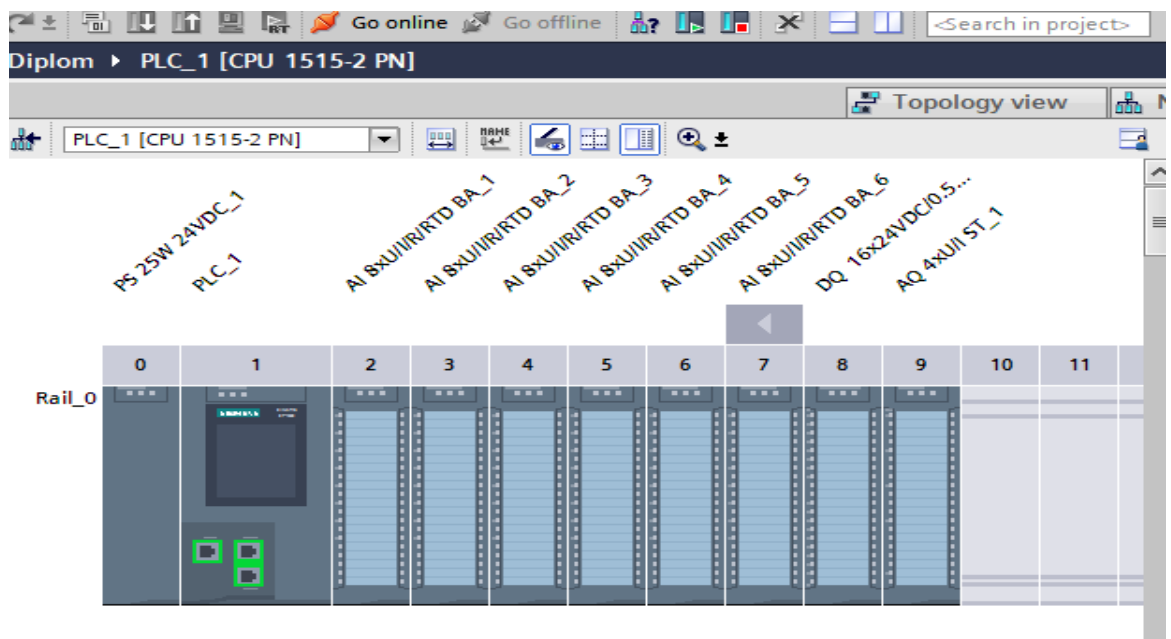


Рисунок 2 – Апаратна частина проекту

Згідно апаратної частини створимо зведену таблицю вхідних та вихідних каналів створеного ПЛК. Зведена таблиця вхідних та вихідних каналів створеного ПЛК наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 - Вхідних та вихідні канали створеного ПЛК.

Центральний процесор	CPU 1515-2 PN 6ES7 515-2AM00-0AB0		
Аналоговий модуль 1	AI 8xU/I/R/RTD BA_1 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№	Адреса	Параметр

	каналу		
	0	%IW0	Струм механізму виштовхування KB-1
	1	%IW2	Струм механізму виштовхування KB-2
	2	%IW4	Струм механізму планування шихти KB-1
	3	%IW6	Струм механізму планування шихти KB-2
	4	%IW8	Струм механізму переміщення KB-1
	5	%IW10	Струм механізму переміщення KB-2
	6	%IW12	Струм механізму переміщення ДМ№2
	7	%IW14	Струм механізму переміщення ДМ№1
Аналоговий модуль 2	AI 8xU/I/R/RTD BA_2 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№ каналу	Адреса	Параметр
	0	%IW16	Струм механізму переміщення УЗВ№1
	1	%IW18	Струм механізму переміщення УЗВ№2
	2	%IW20	Температура підшипників механізму виштовхування KB-1
	3	%IW22	Температура підшипників механізму виштовхування KB-2
	4	%IW24	Температура підшипників механізму планування шихти KB-1
	5	%IW26	Температура підшипників механізму планування шихти KB-2
	6	%IW28	Температура підшипників механізму переміщення KB-1
	7	%IW30	Температура підшипників механізму переміщення KB-2
Аналоговий модуль 3	AI 8xU/I/R/RTD BA_3 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№	Адреса	Параметр

	каналу		
	0	%IW32	Температура підшипників механізму виштовхування KB-1
	1	%IW34	Температура підшипників механізму виштовхування KB-2
	2	%IW36	Температура підшипників механізму планування шихти KB-1
	3	%IW38	Температура підшипників механізму планування шихти KB-2
	4	%IW40	Температура підшипників механізму переміщення KB-1
	5	%IW42	Температура підшипників механізму переміщення KB-2
	6	%IW44	Температура підшипників механізму виштовхування KB-1
	7	%IW46	Температура підшипників механізму виштовхування KB-2
Аналоговий модуль 4	AI 8xU/I/R/RTD BA 4 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№ каналу	Адреса	Параметр
	0	%IW48	Температура підшипників механізму переміщення ДМ№1
	1	%IW50	Температура підшипників механізму переміщення ДМ№2
	2	%IW52	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№1
	3	%IW54	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№2
	4	%IW56	Температура підшипників механізму переміщення ДМ№1
	5	%IW58	Температура підшипників

			механізму переміщення ДМ№2
	6	%IW60	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№1
	7	%IW62	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№2
Аналоговий модуль 5	AI 8xU/I/R/RTD BA_5 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№ канала	Адреса	Параметр
	0	%IW64	Температура підшипників механізму переміщення ДМ№1
	1	%IW66	Температура підшипників механізму переміщення ДМ№2
	2	%IW68	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№1
	3	%IW70	Температура підшипників механізму переміщення УЗВ№2
	4	%IW72	-
	5	%IW74	-
	6	%IW76	-
	7	%IW78	-
Аналоговий модуль 6	AI 8xU/I/R/RTD BA_6 6ES7 531-7QF00-0AB0		
	№ канала	Адреса	Параметр
	0	%IW80	-
	1	%IW82	-
	2	%IW84	-
	3	%IW86	-
	4	%IW88	-
	5	%IW90	-
	6	%IW92	-
	7	%IW94	-
Аналоговий модуль 7	AQ 4xU/I ST_1 6ES7 532-5HD00-0AB0		
	№ канала	Адреса	Параметр
	0	%IW3	-
	1	%IW5	-
	2	%IW7	-

	3	%IW9	-
Дискретний модуль 1	DQ 16x24VDC/0.5A BA 6ES7 522-1BH10-0AA0		
	0	%Q0.0	Механізм виштовхування KB-1
	1	%Q0.1	Механізм виштовхування KB-2
	2	%Q0.2	Механізм планування KB-1
	3	%Q0.3	Механізм планування KB-2
	4	%Q0.4	Механізм переміщення KB-1
	5	%Q0.5	Механізм переміщення KB-2
	6	%Q0.6	Механізм переміщення ДМ -1
	7	%Q0.7	Механізм переміщення ДМ - 2
	8	%Q1.0	Механізм переміщення УЗВ -1
	9	%Q1.1	Механізм переміщення УЗВ - 2
	10	%Q1.2	-
	11	%Q1.3	-
	12	%Q1.4	-
	13	%Q1.5	-
	14	%Q1.6	-
	15	%Q1.7	-

3.1.4. Устаткування верхнього рівня

Для збору даних прийнято сервер – HP DL160G6 XeonE5504, зв'язок з яким здійснюється за допомогою мережі Industrial Ethernet. Пункт управління, розташований у приміщенні оператора КБ 1бїс, включає два резервованих АРМ диспетчера. Живлення обладнання АСУ ТП здійснюється із застосуванням систем безперебійного живлення. Сервер збору даних поставляється із встановленим ліцензійним

програмним забезпеченням Microsoft Windows Server 2012 та SCADA системою SIMATIC WinCC, а також розробленим для контролю та управління системою із SCADA прикладним програмним забезпеченням.

APM диспетчера є робочою станцією з встановленим програмним забезпеченням (ПЗ), яке служить на вирішення завдань диспетчерського контролю та управління. Прикладне ПЗ APM розробляється за допомогою SIMATIC WinCC. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – централізований контроль та збір даних) система SIMATIC WinCC – це комп'ютерна система людино-машинного інтерфейсу, що працює під управлінням операційних систем Windows 7, надає широкі функціональні можливості для побудови систем управління різного призначення:

- просте побудова конфігурацій клієнт-сервер;
- підтримка резервованих структур систем автоматизації;
- необмежене розширення функціональних можливостей завдяки використанню ActiveX елементів;
- відкритий OPC-інтерфейс (OLE for Process Control) інтерфейс реалізації функцій обміну даними з програмними продуктами інших виробників;
- просте та швидке конфігурування системи.

Базова конфігурація системи включає до свого складу набір функцій, що дозволяють виконувати подієво керовану сигналізацію, архівування результатів вимірювань, реєструвати технологічні дані та параметри конфігурації, функції управління та візуалізації. VijeoCitect, що входить до складу програмного забезпечення SoCollaborative, є одночасно компонентом PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації технологічних процесів Schneider Electric, і призначений для побудови систем диспетчеризації. Розроблене програмне забезпечення SCADA-системи забезпечить:

- підтримку реляційної бази даних;
- режим багатозадачності процесів збору та обробки даних;
- підтримку архітектури клієнт-сервер;
- автоматичний обмін даними з контролерами із заданим інтервалом часу,
- первинну обробку та контроль повноти інформації;
- перевірку достовірності інформації;
- розрахунок узагальнених та групових параметрів;
- формування графіків технологічних параметрів із можливістю встановлення періоду інтеграції;
- ідентифікацію та збереження з фіксацією дати та часу виникнення всіх подій, пов'язаних із позаштатними змінами зовнішнього (зникнення живлення, відсутність зв'язку, спроби несанкціонованого доступу) та внутрішнього (помилки в роботі, порушення цілісності даних, виняткові ситуації при обробці даних) середовища програмних та апаратних

коштів. Дані, які змінили свою якість під впливом таких подій, мають бути позначені відповідною ознакою;

- діагностику системи та індикацію позаштатних ситуацій;
- ведення та аналіз протоколів роботи;
- автоматичний перехід на літній/зимовий час;
- формування екранних форм та графіків;
- формування звітів;
- експорт звітів;
- збереження інформації при аваріях;
- захист інформації від несанкціонованого доступу та впливу.

HP ProLiant DL160 G6 – надщільний, високопродуктивний стійковий сервер. Модель чудово оснащена для виконання найскладніших завдань: потужні апаратні засоби, передові засоби керування та високоефективні технології енергозбереження. DL160 G6 ідеальне рішення для роботи з додатками, що базуються на продуктивних обчисленнях з інтенсивним використанням пам'яті, веб-сервісах, а також на використанні великих обсягів оперативної пам'яті. Зовнішній вигляд сервера представлено рис.3:



Рисунок 3 -Сервер HP ProLiant DL160 G6

Технічні дані сервера HP ProLiant DL160 G6 наведені в таблиці 4:

Таблиця 4 – Технічні дані сервера HP ProLiant DL160 G6

Тип процесора	Процесор Intel® Xeon® E5504 (2,00 ГГц, кеш-пам'ять L3 4 Мб, 80 Вт, DDR3-800)
Кількість процесорів	2 процесора
Чіпсет	Intel® 5520
ОЗП	4 Гб (2 x 2Гб)
Контролер сховища	Моделі SATA без гарячої заміни: вбудований RAID-контролер HP SATA (вбудований у південний міст) з підтримкою програмного RAID 0,1,10. ПРИМІТКА. Швидкість передачі: до 3 Гб/с (SATA); Моделі SATA/SAS із гарячою заміною: RAID

	контролер HP SmartArray P410 (RAID 0/1/1+0/5/5+0). ПРИМІТКА. Швидкість передачі даних: до 3 Гб/с (SATA), до 3 Гб/с (SAS)
Сетевойинтерфейс	Вбудований двопортовийгігабітний серверний адаптер HP NC362i
Управлениебезопасностью	Пароль на включення живлення; пароль для налаштування; Контроль завантаження з дискети; SecureSocketsLayer (SSL); SecureShell (SSH)
Форм-фактор	Стойка (1U)

Ethernet комутатор SB SRW2016-K9-EU (CISCO). Мережевий комутатор (свитч від англ. switch - перемикач) - пристрій, призначений для з'єднання кількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або кількох сегментів мережі (11). На відміну від концентратора, який розповсюджує трафік від одного підключеного пристрою до всіх інших, комутатор передає дані лише безпосередньо одержувачу, виняток становить широкомовний трафік (на MAC-адресу FF:FF:FF:FF:FF:FF) усім вузлам мережі. Це підвищує продуктивність і безпеку мережі, позбавляючи решту сегментів мережі необхідності (і можливості) обробляти дані, які їм не призначалися. Загальний вигляд комутатора Cisco наведено на рис. 4.



Рисунок 4 – Комутатор Cisco

АРМ диспетчера. АРМ диспетчера призначений для оперативного контролю об'єкта диспетчеризації та управління об'єктом. АРМ диспетчера є робочою станцією з встановленим

програмним забезпеченням (ПЗ), яке служить на вирішення завдань диспетчерського контролю та управління.

Технічні характеристики

Конфігурація АРМ:

- CPU – PentiumDualCore E6700;
- MB – GIGABYTE GA-G41MT-D3;
- RAM – 2048 Мб DDR-3;
- HDD – 500Gb;
- Клавіатура;
- Миша;
- Монітор 25

3.2. Проектування системи управління механізмом прес штангикоксовиштовхувача коксової батареї.

Спочатку штанга коксовиштовхувача, щоб уникнути дуже великого тиску на пиріг і перевантаження електродвигуна, просувається вперед дуже повільно, потім швидкість її збільшується приблизно до 0,5 м/сек, поки весь пиріг не буде виданий з камери в тушильний вагон, який має приблизно таку саму довжину, як і камера. Після цього штанга коксовиштовхувача забирається з камери і коксовиштовхувач направляється для обслуговування іншої камери.

При ударах штанга коксовиштовхувача і сам коксовиштовхувач піддаються зусиллям, що шкідливо відбиваються на безпеці машини і рейкових шляхів коксовиштовхувача. Крім того, значні зусилля, що розвиваються при повторних спробах видачі пирога або при ударах штанги по пирогу, викликають поступову деформацію кладки печі, що може призвести до повного виходу з ладу.

Тому для запобігання деформації кладки печі, безпеці машини і рейкових шляхів коксовиштовхувача та механічної і електричної складової електроприводу механізму прес штанги коксовиштовхувача необхідно контролювати навантаження на електродвигуни механізму прес штанги та контролювати температуру підшипникових вузлів електродвигунів та редукторів механізму прес штанги. Контроль даних параметрів забезпечить мінімізацію зриву графіків видачі коксової продукції та мінімізує простої обладнання.

Контроль струмів пресштанги буде виконуватися за допомогою перетворювача постійної напруги ПНС-650, який призначений для перетворення сигналу постійної напруги уніфікований аналоговий сигнал постійного струму. Загальний вигляд перетворювача постійної напруги ПНС-650 наведено на рис.5:



Рисунок 5 - Перетворювач постійної напруги ПНС-650

Контроль температури підшипників редукторів та електродвигунів здійснюється за допомогою датчиків серії WDB7. Серія WDB7 - це датчик із затискним кріпленням з термісторами NTC, PTC, Pt100 для безперервного моніторингу температури поверхні, і була розроблена для установки безпосередньо на корпус підшипників, на двигуни, на коробки передач, або на корпусі машини. Загальний вигляд датчика серії WDB7 зображено на рис.6:



Рисунок 6 – Датчик серії WDB7

Для даних датчиків розроблюємо алгоритмічне та програмне забезпечення задачі верхнього рівня системи оцінки стану та діагностики пресштанги коксовиштовхувача коксової батареї буде виконана в середовищі розробки для інтеграції основних компонентів і функцій для проекту автоматизації – TIA Portal.

За допомогою системи керування тегами «Tag Manager» створюємо теги, через котрі зв'язані програми верхнього рівня з програмами контролера. На рисунку 7 представлено список тегів для контролю сили струму електродвигунів прес штанги та температури підшипників редукторів та електродвигунів механізму прес штанги коксовиштовхувача.

	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Access...	Writa...	Visibl...	Supervision
1	Струм прес штанги	Default tag table	Word	%IW40		☒	☒	☒	
2	Струм механізму переміщен...	Default tag table	Word	%IW46		☒	☒	☒	
3	Струм механізму переміщен...	Default tag table	Word	%IW48		☒	☒	☒	
4	Струм механізму плануванн...	Default tag table	Word	%IW42		☒	☒	☒	
5	Струм механізму переміщен...	Default tag table	Word	%IW44		☒	☒	☒	
6	Температура підшипників м...	Default tag table	Word	%IW50		☒	☒	☒	
7	Температура підшипників м...	Default tag table	Word	%IW52		☒	☒	☒	
8	Температура підшипників м...	Default tag table	Word	%IW54		☒	☒	☒	
9	<Add new>					☒	☒	☒	

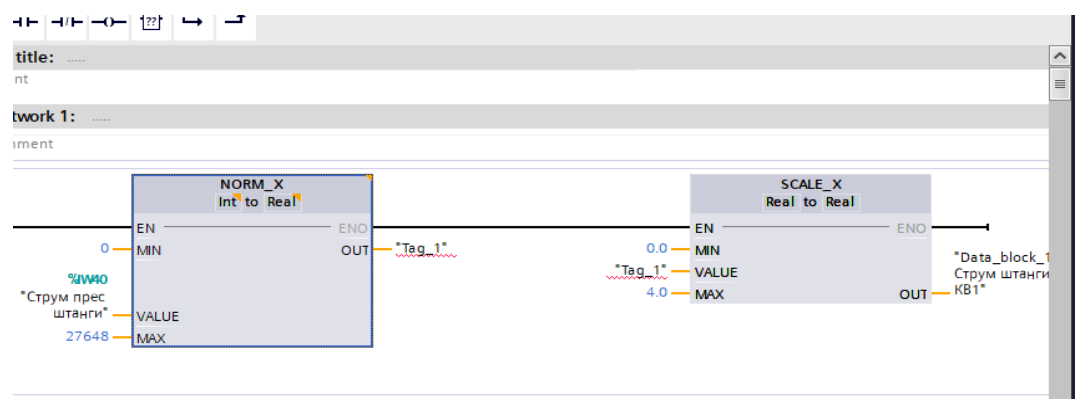
Рисунок 7 – Список тегів параметрів контролю

Для даних датчиків у розділі DataBlocs створюємо екземпляр DB для аналогових вхідних параметрів, які представлені на рис.8:

	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setp...
1	Static							
2	Струм штанги KB1	Real	0.0		☒	☒	☒	
3	Температура підшипників ел.дв 1	Real	0.0		☒	☒	☒	
4	Температура підшипника редуктора 1.1.	Real	0.0		☒	☒	☒	
5	Температура підшипника редуктора 1.2.	Real	0.0		☒	☒	☒	
6	Температура підшипника редуктора 1.3.	Real	0.0		☒	☒	☒	
7	Температура підшипника редуктора 2.1.	Real	0.0		☒	☒	☒	
8	Температура підшипника редуктора 2.2.	Real	0.0		☒	☒	☒	
9	Температура підшипника редуктора 2.3.	Real	0.0		☒	☒	☒	
10	Температура підшипників ел.дв 2	Real	0.0		☒	☒	☒	

Рисунок 8– Службові параметри

Для параметрів контролю створюємо в розділі Functions блок FC для обробки аналогових вхідних параметрів, які представлені на рис. 9:



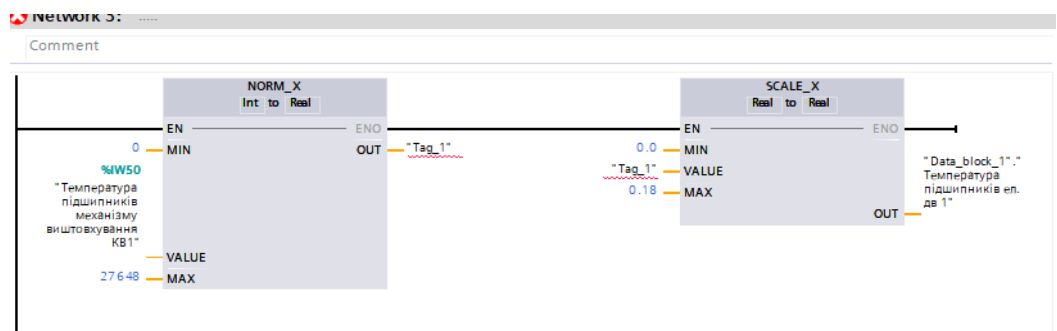


Рисунок 9 – Блок FС для обробки аналогових вхідних параметрів

3.3. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи управління механізмом прес штанги коксовиштовхувача коксової батареї.

Математичне забезпечення визначає на всіх етапах розробки та експлуатації системи методи, моделі та алгоритми обробки інформації для цільових завдань управління. Алгоритми оперативного контролю та управління мають високу оперативність виконання (мінімальна кількість розгалужень, умовних переходів та переривань) при розумній їх довжині. Розроблені алгоритми управління прикладними процесами мають високу надійність і стійкість. Не допускається наявність глухих ситуацій.

Математичне забезпечення будується за блочно-модульним принципом. Математичне забезпечення складається з наступних частин:

- алгоритми збирання, обробки та архівування інформації;
- алгоритми виконання статистичної обробки інформації.

Алгоритми збору, обробки та архівування даних визначають порядок отримання інформації від контролерів на КП із заданим періодом опитування, фільтрацію корисного сигналу від перешкод, математичну обробку інформації (розрахунки), архівування у базах даних.

Враховуючи умови навколишньої середовища, в якій працює машина прийнято електрообладнання підвищеної надійності.

Для привода механізму виштовхування прийняті електродвигуни постійного струму тип ДЕ-812 з номінальною потужністю 100кВт.

Живлення якірних ланцюгів та обмоток збудження електродвигунів виштовхування здійснюється від тиристорних перетворювачів серії ТПЕ-400/400-460-У2. Номінальний струм перетворювача 400А. При роботі прес штанги струм не має перевищувати значення в 400А і температура підшипникових вузлів не має перевищувати гранично-допустимого значення в 80°C.

Електрична схема електроприводу прес штанги наведена на рис. 10.1 і рис.10.2.

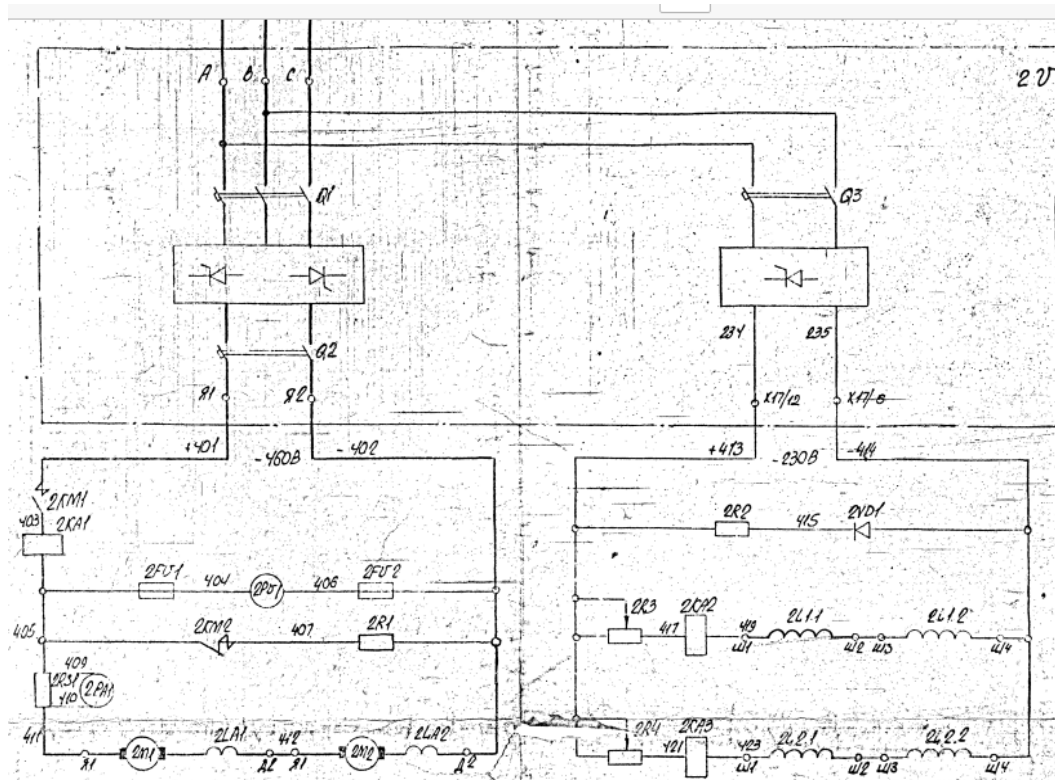


Рисунок 10.1–Электрична схема електроприводу прес штанги (силова частина)

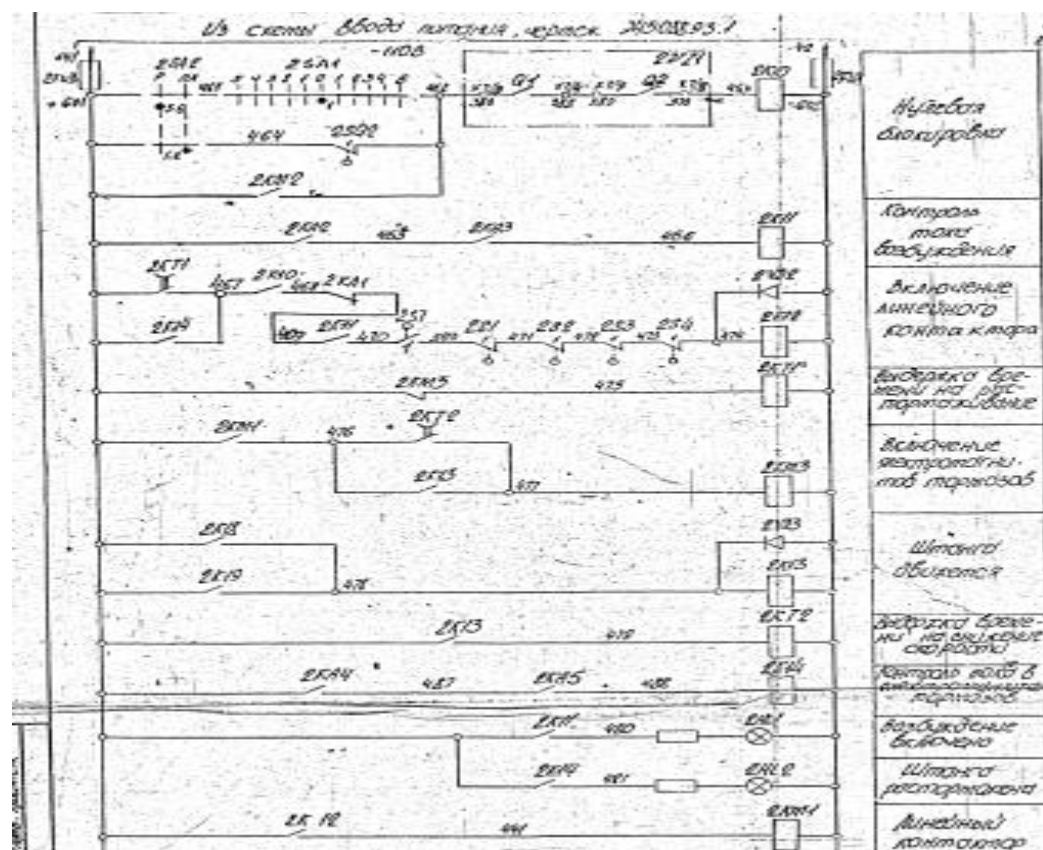


Рисунок 10.2–Електрична схема електроприводу прес штанги (оперативна частина)

Як видно з електричної схеми, живлення якірних ланцюгів електродвигунів прес штанги здійснюють через лінійний контактор КМ1.

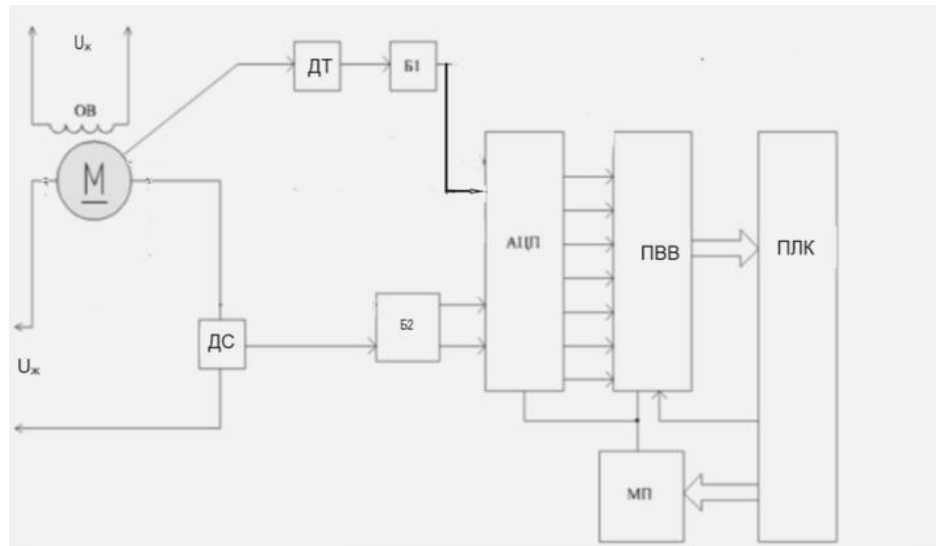


Рисунок 11 - Функціональна схема діагностики електродвигуна постійного струму.

В наведеній схемі використовується електродвигун постійного струму з незалежним збудженням. Електродвигун отримує живлення від джерела напруги $U_{ж}$. Знімаються наступні його параметри: струм якіра (за допомогою датчик ДС), температура підшипникових вузлів (за допомогою датчика ДТ). З датчиків дані надходять на входи відповідних узгоджувальних блоків (Б1 та Б2 підсилювачі, що масштабують). З виходів блоків Б1 та Б2 дані поступають на вхід аналого-цифрового перетворювача АЦП. Після АЦП дані поступають в пристрій вводу-виводу (ПВВ). Роботою АЦП та ПВВ керує програмно-логістичний комплекс (ПЛК) на якому встановлено спеціальне програмне забезпечення (ПЗ).

Програма керування лінійним контактором представлена в порталі TIA Portal (рис. 12):

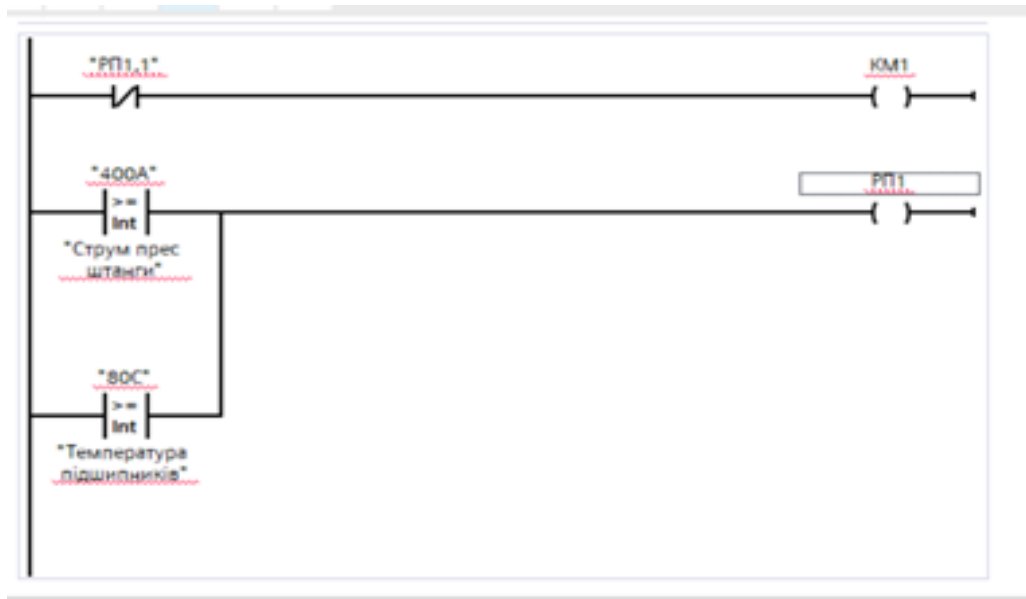


Рисунок 12 – Схема керування прес штанги реалізована в блоці FC для обробки аналогових вхідних параметрів

Живлення якірних ланцюгів електродвигунів прес штанги здійснюють через лінійний контактор КМ1. При перевищенні сили струму вище 400А, чи при перевищенні температури підшипникових вузлів вище 80 °С через дискретний вихід подається живлення на проміжне реле, яке своїм блок-контактом буде розривати живлення на лінійний контактор КМ1.

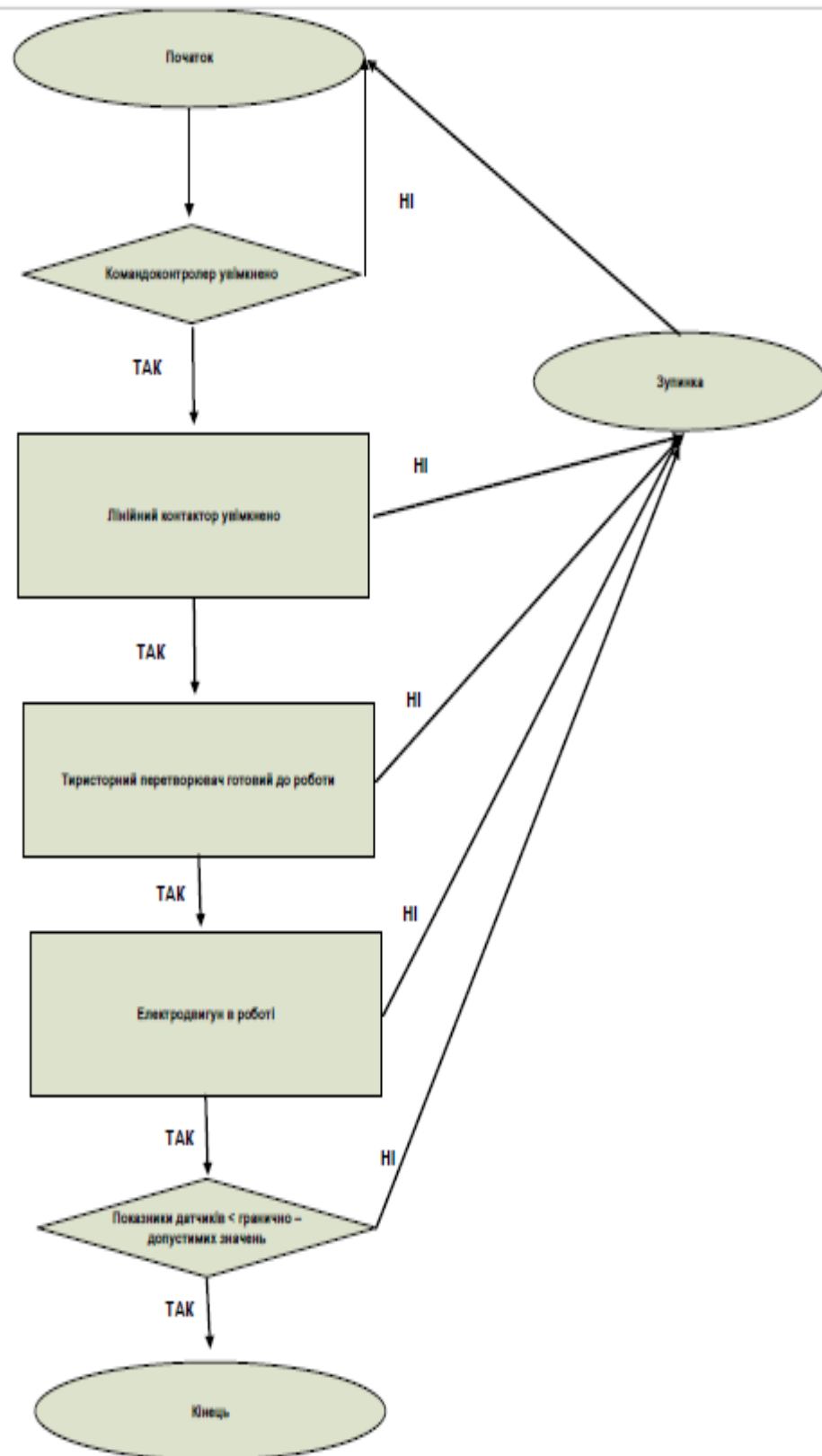


Рисунок 13 – Алгоритмічне забезпечення системи управління механізмом прес штанги коксовиштовхувача коксової батареї

Розглянуто також систему управління механізмом обезграфування.

У якості системи управління механізмом прес штанги буде розглядатися механізм обезграфування, який встановлений на прес штанзі.

Після відведення знятих дверей коксовиштовхувач встановлюється таким чином, щоб штанга, що виштовхує, була співвісна з камерою. Видача коксу з печі провадиться за допомогою механізму виштовхування коксу. Одночасно здійснюється обезграфування зведення камери.

Тиск повітря на обезграфування становить 4,90-6,86 кПа (5-7 ат). Сопла обезграфування розташовуються на відстані 100 мм від склепіння камери. Стиснене повітря до сопла обезграфування подається від компресорної установки автоматично одночасно з початком ходу штанги, що виштовхує, вперед по гнучкому шлангу, який намотується на барабан з натяжним пристроєм. Обертання барабана автоматично керується ходом штанги за допомогою прикріпленого до неї троса, а також вантажним натяжним пристроєм. При виході штанги, що виштовхує, з печі повітря вимикається також автоматично.

Механізм обезграфування, що складається з каретки з повітропроводом і форсункою, встановлений над штангою, що виштовхує, не забезпечує зупинку під стояками і завантажувальними люками на необхідний час для продування. Через це знижується ефективність очистки завантажувальних люків та стояків.

Суть автоматизації управління прес штанги полягає в забезпеченні зупинок прес штанги під стояками і забезпечення необхідного часу для продувки стояків на зворотному ході прес штанги.

Автоматизація буде забезпечуватися за допомогою командоапарату прес штанги та логічного модулю 6ED1052-1NB08-0BA1.

Створюємо блок FC для логічного модулю 6ED1052-1NB08-0BA1 для обробки логіки керування обезграфуванням прес штанги. Блок FC для обробки логіки керування представлено на рисунку 16:

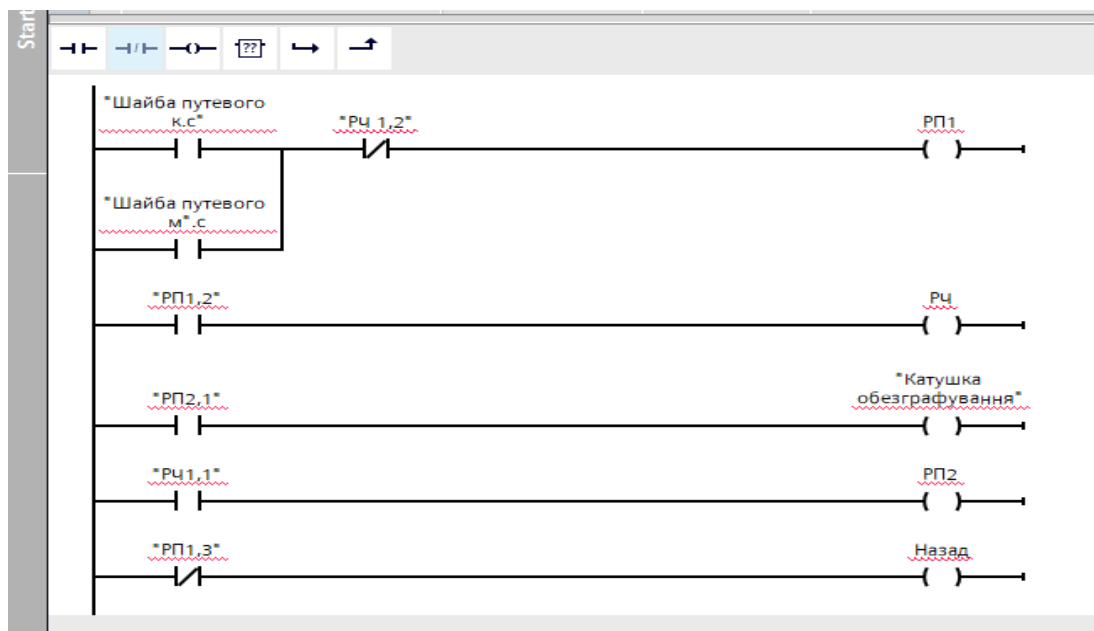


Рисунок 14 – Блок FС для обробки логіки керування

Де РП1, РП2 – котушка проміжного реле, РЧ – реле часу, «Котушка обезграфування» - котушка, яка вмикає обезграфування, «Назад» - котушка реле напрямку.

Принци роботи схеми полягає в наступному:

При русі штанги назад на командоапараті замикається «Шайба путевого к.с.», яка вмикає котушку реле РП1. Реле РП1 своїми блок-контактами вмикає реле часу РЧ і вимикає реле напрямку «Назад». При вмиканні реле часу вмикається на 30 секунд реле «РП2», яке вмикає котушку обезграфування. Обезграфування 30 секунд подає повітря в стояк печі з коксової сторони. Через 30 секунд блок-контакт реле часу «РЧ 1.2.» розмикається і штанга рухається до стояку з машиної сторони, де схема відпрацьовує в аналогічній послідовності через «Шайба путевого к.с.».

4. Економічне обґрунтування системи оцінки стану та діагностики механізмів коксової батареї.

4.1 Розрахунок капітальних витрат на автоматизацію виробництва.

Капітальні вкладення в автоматизацію комплексу коксової батареї (Ка) складаються з витрат на придбання і монтаж контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації, електронно-обчислювальних машин та програмних продуктів. У загальному виді капітальні витрати на автоматизацію виробничих процесів розраховуються за формулою

$$K_a = \Delta K_y + \Delta K_{tr} + \Delta K_{mn}, \text{ грн} \quad (1)$$

де: K_a – загальна сума капітальних витрат на систему автоматизації, грн.;

ΔK_y – вартість покупних пристроїв, приладів, засобів автоматизації і технологічного устаткування, грн.;

ΔK_{tr} – транспортні витрати по доставці придбаних пристроїв, приладів, засобів автоматизації й устаткування, грн.;

ΔK_{mn} – витрати на монтаж і налагодження систем автоматизації, грн.

Величина транспортно-заготівельних витрат визначається по укрупнених нормативах у межах 5-7% від вартості приладів і засобів автоматизації. Витрати на матеріали для монтажу приймаються в розмірі 15% від ціни приладів і засобів автоматизації.

Результати розрахунку загальної суми капітальних витрат на систему автоматизації комплексу коксової батареї зводяться у таблицю 5.

Таблиця 5 – Кошторис капітальних витрат на автоматизацію

Найменування приладів і засобів автоматизації	Кількість, од.	Ціна один, грн/од	Сума, грн.	ТР, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
ПНС-650-1-3	22	2250	49500	2475	7425	59400
WDB79V3AI	88	6729	592152	29607,6	88822,8	710582,4
PS 25W 24VDC	4	11336	45344	2267,2	6801,6	21630
iC60L A9F79106	15	140	2100	105	315	2520

iC60N A9F79106	10	321	3210	160,5	481,5	3852
CPU 1515-2 PN	2	99400	198800	9940	29820	238560
AI 8xU/I/R/RTD BA	6	24393	146358	7317,9	21953,7	175629,6
AQ 4xU/I ST	1	16460	16460	823	2469	112968
DQ 16x24VDC/0.5A BA	1	12796	12796	639,8	1919,5	15355,3
HP DL160Gb XeonE5504	2	28800	57600	2880	8640	69120
Cisco SB SRW2016-K9- EU	2	6455	12910	645,5	1936,5	15492
APM (ПК).	2	22000	44000	2200	6600	52800
TV панель	1	15000	15000	750	2250	18000
ВСЬОГО			1196230	59811,5	179435	1495909,3

Капітальні витрати на автоматизацію комплексу коксової батареї складають:

$$K_a = 59811,5 + 179435 + 1495909,3 = 1735155,4 \text{ грн}$$

4.2. Розрахунок економічних показників автоматизації

При провадженні системи діагностики та моніторингу зменшуються витрати на придбання товарно-матеріальних цінностей для проведення технічного обслуговування та поточного ремонту на 20% і зменшуються витрати на проведення ремонтів на 20%.

Бюджет коксового цеху на 2024р. на придбання ТМЦ для проведення технічного обслуговування та поточного ремонту складають: ТО – 811,648 тис.грн, ПР – 6043,101 тис. грн. Бюджет коксового цеху на 2024р. для проведення технічного обслуговування та поточного ремонту складають: ТО – 4171,842 тис. грн, ПР – 13962,600 тис. грн.

величина загальної економії Δa складає:

$$\Delta a = \sum \Delta C_i$$

$$\Delta a = 0,2 \cdot (811,628 + 6043,101 + 4171,842 + 13962,600) = 4\,997,8342$$

Розрахунковий час окупності системи T_p .

$$T_p = \frac{K_{\text{авт}}}{\Delta a} \text{ (років).}$$

$$T_p = \frac{1735155,4}{4997,8342} = 0,5 \text{ (років)} = 6 \text{ (місяців)}$$

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи була розглянута коксова батарея КБ№1-БІС як об'єкт курування. Були розглянуті основні механізми та параметри технологічного режиму, дотримання яких є важливим критерієм дотримання теплового режиму роботи та безперервної видачі коксової продукції.

В ході виконання кваліфікаційної роботи була розглянута коксова батарея КБ№1-БІС як об'єкт курування. Були розглянуті основні механізми коксових машин та їх параметри, дотримання яких є важливим критерієм дотримання безперервної видачі коксової продукції.

В ході виконання кваліфікаційної роботи здійснено вибір технічного забезпечення системи оцінки стану та діагностики електроприводів коксових машин. В якості контролера був обраний контролер Siemens S7-1500. Для даного контролера були обрані модулі згідно з кількістю вхідних та вихідних сигналів.

В ході виконання роботи було розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення задачі верхнього рівня системи діагностики, яке було виконано в середовищі розробки для інтеграції основних компонентів і функцій для проекту автоматизації - TIA Portal.

Були проведенні техніко-економічні розрахунки, на підставі яких можна зробити висновок, що дана система доцільна і економічно ефективна.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.П. Стахова, С.Л. Макаровський Розробка алгоритмів та програмного забезпечення систем вимірювання та аналізу вібрації. Центральнотукаїнський науковий вісник. Технічні науки. 2022. Вип. 5(36), ч.ІІ. С. 97.
2. Свердлова А.Д. Діагностика та моніторинг теплоенергетичного обладнання на базі Smart Grid / А.Д. Свердлова // Архіваріус. - №1(46). - С. 27-30
3. Крот П.В., Вереньов В.В. Методи і технічні засоби автоматизованого моніторингу динамічних навантажень та діагностики зносу ліній приводу прокатних станів. 36. статей проєктів за програмою «РЕСУРС» НАН України. 2009. С. 123-129.
4. Інтернет технології та мова програмування Java: веб-сайт. URL:
<https://org2.knuba.edu.ua/mod/book/view.php?id=36013&chapterid=582&lang=ru>
5. Губаревич О.В. Вібраційна діагностика електроприводів в системах гідроелектростанцій. Гідроенергетика України, 3—4/2021. С. 61.
6. Фірма Siemens: <https://sieportal.siemens.com>;
7. <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/prohramne-zabezpechennya-dlya-promyslovosti/prohramne-zabezpechennya-dlya-avtomatyzatsiyi/tia-portal/prohramne-zabezpechennya-v-tia-portal.html> - TIA Portal
8. http://www.tezaurus.kharkov.ua/application_P_gazozboornik.htm - Регулювання тиску в газозбірнику коксової батареї
9. <http://www.asuttm.com/index.html> – Техніка М.
10. Бобух А. О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: навч. посіб. Гриф МОН України. Харків : ХНАМГ, 2006. 185 с.
11. Бабіченко А. К. та ін. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами: підручник. Харків: ТОВ «Водний Спектр Джі-ЕМ-Пі». 2016. 440 с.
12. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів: навч. посіб. Дніпро: НМетАУ, 2018. 79с.
13. Карташов В.В. Посібник з лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. 149 с.
14. Dunn, William C. Fundamentals of industrial instrumentation and process control. McGraw-Hill Education, 2018. 338 p.
15. Бубликов А.В. та ін. Автоматизація технологічних процесів підземних гірничих робіт: підручник. Дніпропетровськ : НГУ, 2012. 303 с.
16. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. Київ: Ліра К, 2020. 594 с.

17. Barkin I., Wirtz J., Bornet P. Intelligent Automation: Learn how to harness Artificial Intelligence to boost business & make our world more human. 2021. 432 p.

18. Стационарные системы контроля вибрации, мониторинга состояния и оперативной диагностики дефектов СМД-4

https://ditc-contact.ua/wp-content/uploads/2020/07/%D0%A1%D0%9C%D0%94-4_2017.pdf

ДОДАТОК А. Обладнання коксової батареї, технологічний процес виробництва коксової продукції та можливі позаштатні та аварійні ситуації в коксовому цеху.

Обладнання коксової батареї.

До складу об'єктів коксового цеху входять:

- Батареї коксових печей з обслуговуючими майданчиками та технологічним обладнанням;

- Вугільна вежа;
- Димова труба;
- Комплекс мокрого гасіння;
- Коксова рампа і об'єкти розсівання коксу;;
- Споруди установки без пилової видачі коксу
- Комплект коксових машин;
- Шляхи коксових машин;
- Гараж для ремонтів коксогасильних вагонів і електровозів;
- Інші споруди інфраструктури коксового цеху.

Коксові батареї розташовуються в один ряд, що спрощує схему подачі шихти на вугільні башти, відведення прямого коксового газу в цех уловлювання, а також взаємозамінність коксових машин.

Вугільні башти розміщені у кожній батареї, комплекси мокрого гасіння розташовані за кінцевими майданчиками, димові труби знаходяться по осі проміжних площадок за межами шляху коксовиштовхувачей. Коксові рампи споруджені у кожній батареї. Кожну батарею обслуговує свій коксогасильний вагон і електровоз обслуговує дві батареї.

Готовою продукцією ділянки виробництва коксової продукції коксового цеху є:

- кокс доменний;
- горішок коксовий;
- дрібниця коксова;
- газ коксовий прямий (сирий).

Коксування вугільної шихти здійснюється в коксових печах, що являють собою складні теплотехнічні споруди.

Коксова піч складається з:

- а) камери, куди завантажуються вугільна шихта;
- б) обігрівального простінка, що включає в себе систему опалювальних каналів, в яких горить газ для обігріву стін камери;
- в) системи газорозподільних і повітряпідводящих каналів, які подають газ і повітря для опалення печей;
- г) регенераторів для нагріву повітря (збідненого газу) і для відводу продуктів горіння;
- д) відповідної арматури і механізмів.

КБ №1-біс складається з 57 печей системи ПВР з нижнім підведенням коксового газу, об'ємом камери коксування 41,6 м³, продуктивністю 750 тис. тон валового коксу 6% вологості на рік.

Перелік та опис обладнання комплексу КБ 1біс:

1. Вугільна башта ВБ КБ№1біс. Складається з двох секцій, обладнаних 4 рядами затворів для випуску шихти. Ємність кожної секції – 1800 т.

Конуси секцій обладнані системою пневматичного обвалення шихти.

2. Коксова батарея №1 біс. КБ №1 біс використовуються 57 печей системи ПВР з нижнім підведенням коксового газу.

Проектна продуктивність – 750 тис. т/рік коксу валового 6% вологості.

Об'єм камери коксування – 41,6 м³.

Довжина корисна – 15 860 мм

Висота корисна – 7 000 мм

Середня ширина – 410 мм

В печах системи ПВР простінок розбитий на пари вертикалів, з'єднаних вгорі перевальними вікнами. Горіння відбувається в одній з вертикалів пари, по другій сполученій вертикалі в цей час відводяться продукти згоряння.

У нижній частині вертикалі, що працюють на висхідному і низхідному потоках, з'єднані вікнами для рециркуляції. Через ці вікна частина продуктів згоряння з вертикалі, що працює на низхідному потоці, засмоктується в вертикаль, що працює на висхідному потоці, тобто відбувається рециркуляція продуктів згоряння.

Ступінь рециркуляції, тобто співвідношення об'єму рециркулюючих продуктів згоряння до обсягу продуктів згоряння, що йдуть в косі ходи, в печах ПВР становить 30-40%.

Камера коксування. Камера має прямокутний перетин і утворена двома обігрівальними простінками, облицьованим динасовим, шамотним вогнетривом і залізобетоном.

Для зручності експлуатації і підвищення продуктивності праці камери зведені в батареї, що складаються з n камер і n + 1 простінків.

З торців камера закривається дверима, які знімаються після закінчення коксування для видачі готового коксу з камери за допомогою коксовиштовхувача.

У склепінні камери знаходяться:

- три отвори для завантаження вугілля, що закриваються кришками;

- два отвори для відводу летких продуктів коксування - прямого коксового газу, який через газовідвід надходить в газозбірник, звідки направляється в цех уловлювання.

Газоповітряні клапани. Газоповітряні клапани призначені для керованої подачі повітря в регенератори і відведення продуктів згоряння з регенераторів в боров.

Повітряний клапан призначений для впуску повітря з атмосфери в регенератор. Регулювання подачі повітря здійснюється знімними пластинами, які укладаються в гнізда корпусу і частково перекривають отвір повітряного клапана.

Клапан відведення продуктів горіння служить для з'єднання регенератора з боровом.

При кантуванні положення клапанів змінюється. Після кантування повітряний клапан закритий, а клапан продуктів згоряння відкритий.

Арматура системи опалення. Коксовий газ від розподільного газопроводу до простінків печей подають через опалювальну арматуру.

Є *кантувальний кран*, який призначений для періодичної подачі коксового газу в простінок. Кантувальний кран має два положення "Відкрито" і "Закрито". Пробка крана при кантуванні повертається на 90 градусів за допомогою важеля. Рух тяги здійснюється кантувальною лебідкою.

Кантувальний пристрій. Кантувальний пристрій призначений для періодичного зміни напрямку потоків газу, повітря і продуктів згоряння в обігрівальній системі коксової батареї шляхом перемикання важелів газоповітряних клапанів і кантувальних кранів.

Кантувальна лебідка забезпечена аварійним пневматичним і ручним приводами.

Вмикання і вимикання кантувальної лебідки здійснюється автоматично годинниковим механізмом і реле часу через кожні 20 хвилин.

Двері коксових печей. Двері призначені для герметизації камер коксування з машинної і коксової сторін. Вони повинні відповідати таким вимогам: висока герметичність, мінімальні теплові втрати, міцність в умовах високих температур і великих перепадів температур.

Корпус має вигляд чавунної відливки коробчатого перетину. Внутрішню поверхню футерують. Футеровка виконується з шамотної цегли.

Стояки і газозбірники. Стояки призначені для відводу коксового газу з печі в газозбірник і для охолодження газу шляхом зрошення надсмольної водою.

При коксуванні клапан, що з'єднує камеру коксування з газозбірником, відкритий, а кришка закрита. Коксовий газ з печі через стояк відводиться в газозбірник.

При видачі коксу клапан закритий. При цьому камера коксування відключена від газозбірника і з'єднана з атмосферою.

Газозбірник являє собою зварену з листової сталі трубу діаметром 1300-1500 мм і товщиною 10 мм. Газозбірник коксової сторони

нахилений в сторону смоляного ящика для відводу аміачної води, смоли і фусів.

На кожному газозбірнику встановлюють чотири газоскидних свічки, які призначені для скидання коксового газу в атмосферу при підвищенні тиску в газозбірнику, наприклад, через погіршення відсмоктування газу або порушення зрошення газозбірників.

Газозбірники машинної і коксової сторін батареї з'єднані між собою перекидним газопроводом, по якому газ з газозбірника відводиться в газопровід прямого коксового газу.

На перекидному газопроводі встановлені дросельні клапани, за допомогою яких регулюється тиск в кожному газозбірнику і у всій системі.

3. Вуглезавантажувальні машини ВЗВ-1, ВЗВ-2. Призначена для завантаження коксових печей шихтою. Складається з бункерів, механізму зняття люків і кабіни машиніста.

Габаритні розміри: довжина – 13 400 мм; ширина – 11 865 мм; висота – 7 800 мм.

Швидкість пересування – 2,05 м/с.

Ємність бункерів – 55,7 м³.

Маса – 131 т.

4. Коксовиштовхувачі КВ-1, КВ-2. Призначений для виштовхування коксового пирога з печі за допомогою штанги і планування шихти через планірну дверцю.

Тип – КВ-41,6 Г.

Об'єм камер, що обслуговуються – 41,6 м³.

Габаритні розміри: 26 330 × 15 470 × 13 525 мм.

Швидкість пересування – 1,63 м/с.

Швидкість пересування виштовхувальної штанги – 0,51 м/с, робочий хід – 21 950 мм.

Швидкість пересування планірної штанги – 1,58 м/с, робочий хід – 17 080 мм.

Встановлена потужність споживачів електроенергії – 498 кВт.

Маса – 314 т.

5. Дверізнамальні машини ДМ-1, ДМ-2. Призначена для зняття дверей з коксової сторони і направлення коксового пирога через коксонаправляючу корзину в гасильний вагон.

Тип – МДС-41,6 Г.

Об'єм камер, що обслуговуються – 41,6 м³.

Габаритні розміри: 17 440 × 8884 × 10 660 мм.

Швидкість пересування – 2,0 м/с, робочий хід коксонаправляючої корзини – 730 мм.

Маса – 126 т.

Ширина прохідного перетину – 326 мм; висота – 7090 мм.

Система пилопригнічення – автономна, витяжна, кільцева, двопотічна.

Площа укриття ділянок вивантаження коксу – $\approx 30 \text{ м}^2$.

Спосіб евакуації пилогазової суміші – примусовий.

Тип пилоосадження – сухе.

6.Гасильний вагон ВТ-1 і електровоз ЕК-1, ЕК-2. Гасильний вагон призначений для прийому розпеченого коксу, що видається з печі, транспортування його в гасильну вежу і до коксової рампи. Пересувається він за допомогою електровоза по рейковому шляху, покладеному уздовж фронту батареї з коксової сторони.

Тип електровоза – ЕК-14у.

Обладнаний з двоєним електроприводом для пересування і двома компресорами з повітро-збірниками для управління затворами, гальмами і попереджувальним сигналом.

Напруга на струмоприймачі – 380 В.

Максимальна швидкість руху з навантаженням вагоном – 25 км/год.

Швидкість руху при прийомі коксу – 1,5 км/год.

7.Башта гасіння. Конфузорно-дифузорного типу. Габаритні розміри: 7 800 × 21 000 × 39 800 мм

Технологічний процес виробництва коксу.

Основним процесом хімічної переробки кам'яного вугілля для отримання коксу є високотемпературне коксування (див. рис 1.1)

Сутність високотемпературного коксування полягає термічній переробці вугільної шихти без доступу повітря при температурі $1000\div 1050^\circ\text{C}$ протягом періоду коксування.

Процес коксування відбувається пошарово і закінчується при температурі кінцевого нагріву по осі коксового пирога $1050 \pm 50^\circ\text{C}$. Коксування характеризується різночасністю явищ, що відбуваються в окремих шарах вугільної шихти, завантаженої по ширині камери коксування. Хоча коксування в пічній камері відбувається пошарово, кокс формується у вигляді монолітних і міцних шматків, що мають певну кількість тріщин.

Опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва коксової продукції та коксового газу складається з наступних основних операцій:

- приготування вугільної шихти для коксування;
- завантаження камер коксування вугільної шихтою;
- коксування;
- видача коксу ;
- мокре гасіння коксу ;
- сортування і відвантаження коксу;
- відведення газу з камер коксування.

Приготування вугільної шихти для коксування

В якості сировини для приготування шихти використовується вугілля. Показники якості вугілля, яке використовується для коксування,

повинні забезпечувати отримання з них коксу, якість якого відповідала б технічним вимогам стандартів. Для коксування використовується вугілля таких марок: Г - газове, ГЖ - газове жирне, Ж - жирне, К - коксове, СС - стоцнене спікливе, Т - тоще.

Вугілля, що надходить на коксохімічне підприємство, прибуває в залізничних напіввагонах вантажопідйомністю 62-72 т і розвантажуються механізованим способом - роторними стаціонарними вагоноперекидачами.

Вагоноперекидач складається з двох роторів, що спираються бандажами на дві пари роликоопор, платформи з двома люльками і механізму перекидання. Всередині ротора є рухома платформа, на яку встановлюється вагони, що розвантажуються.

Процес розвантаження складається в подачі навантаженого напіввагона в ротор вагоноперекидача електродвигуном (поворот ротора приблизно на 175 °). При цьому відбувається розвантаження вугілля в приймальний бункер, розташований під вагоноперекидачем. Під час перекидання вагон утримується на платформі спеціальними затискачами. Порожні вагони виштовхуються з ротора вагоноперекидача, скочуються з гірки і автоматична стрілка направляє їх на залізничну колію накопичення порожняка.

Після розвантаження вугілля подається на перевантажувальну станцію з якої, в разі відсутності вільного місця в силосах, направляється на відкритий склад вугілля. З перевантажувальної станції вугілля направляється на перевантажувальну станцію відділу попереднього дроблення (ВПД), де воно здрібнюється в молоткових дробарках.

Здрібнення вугілля в молотковій дробарці засновано головним чином на ударі і стиранні. Вихідний матеріал поступає в робочий простір дробарки, де молотки, шарнірно закріплені на дисках ротора, вдаряють по шматках вугілля. Удар руйнує шматки і відкидає їх до корпусу, броньованого плитам. Вдаряючись об кам'яну підлогу, шматки вугілля додатково здрібнюються на більш дрібні і, частково стираючись між молотками і колосниками решітки, через зазори між останніми видаляються з дробарки.

Після того як здійснено попереднє здрібнення і складання шихти, тобто визначено дольову частину в ній кожного зі складових компонентів, потрібно забезпечити в виробничих умовах наявність кожного компонента в точній відповідності з заданим складом. Тому дозування компонентів є досить важливою технологічною операцією. Відомо, що компоненти, що входять до складу шихти, розрізняються між собою по спікливості, зольності, сірчистості, виходу летких речовин і іншими показниками. Виконується ця технологічна операція в дозувальному відділенні, яке складається з бункерів, обладнаних дозуючими пристроями, конвеєрів над бункерами з розподільними пристроями, збірних конвеєрів під бункерами.

Подача вугілля в дозувальні бункера здійснюється стрічковими конвеєрами. З них вугілля по жолобу подається на конвеєри, розташовані над кожним рядом бункерів. Вугілля в бункера розвантажується барабанными скидуючими візками, а видача його з бункерів на збірний конвеєр - дозуючими пристроями.

Отримана шихта передається в відділення остаточного здрібнення, де вона здрібнюється в молоткових дробарках і після надходить у вугільну вежу на коксовій батареї.

Завантаження камер коксування вугільної шихтою

Завантаження коксових печей є найважливішою технологічною операцією, яка зумовлює продуктивність коксової батареї, якість продукції, рівномірність обігріву коксових печей. Для безперебійної роботи дільниці виробництва коксової продукції ВКЦ у вугільних баштах КБ №1, біс №5 підтримується достатній запас вугільної шихти (не менше 2/3 ємності вежі), яка подається на вугільні башти стрічковими конвеєрами з ділянки вуглепідготовки ВКЦ.

Вугільні башти мають конусну нижню частину, облицьовану нержавіючою сталлю для полегшення сходу шихти в завантажувальний вагон, і обладнані системою пневматичної обвалення, сопла якої встановлені внизу бункерів вугільних башт поблизу місць, де найчастіше спостерігається зависання шихти. До сопла підводить стиснене повітря тиском 4400 МПа від централізованої заводської компресорної установки.

Кількість бункерів у рядку відповідає числу завантажувальних люків коксових печей. У нижній частині кожного бункера вугільної вежі встановлені затвори, через які завантажують шихту в бункери завантажувального вагона. Затвори в зимовий час обігрівуються.

Процес забору вугільної шихти з вугільної вежі здійснюється наступним чином: вуглезавантажувальна машина встановлюється по осі затворів визначеного графіком ряду вугільної вежі. Набір шихти в завантажувальну машину здійснюється за обсягом, при цьому повинна забезпечуватися повнота і рівномірність завантаження камери.

Після набору шихти вуглезавантажувальна машина пересувається до підготовленої до завантаження печі. Завантаження печей здійснюється безпосередньо слідом за видачею коксу.

Для здійснення бездимного завантаження печей застосовують інжекцію пари в стояки. Тиск пари на інжекції встановлюється 350÷450 кПа на КБ №1-біс і 500÷550 кПа на КБ №5. Це забезпечує достатню ступінь бездимності завантаження та розрідження не менше 100 Па. у другому завантажувальному люці при плануванні.

Після припинення сходу шихти з 3-го бункера (КБ №5) через планувальний лючок в піч подають планувальну штангу для планування шихти. Висота підсклепінного простору відразу після планування

повинна становити 250÷350 мм. Часом завантаження печі вважається час подачі в піч планувальної штанги.

Вийнята при плануванні шихта збирається в підплановочний бункер коксовиштовхувача і періодично за допомогою шихтопідйомника повертається у бункер вуглезавантажувального вагона, який попередньо заповнений свіжою шихтою не менше ніж на 1/3.

Коксування

Процес коксування можна поділити на 5 стадій:

- Стадія сушки. При нагріванні шихти до 200°C випаровується велика частина вологи, що міститься у вугіллі, одночасно випаровуються і адсорбовані вугіллям газу.

- Початкова стадія розкладання. Нагрівання від 200°C до 350°C. В цій стадії утворюється трохи горючих газів, пари води і смоли. До кінця цієї стадії вугілля починає розм'якшуватися, на вугільних зернах з'являється плівка рідких продуктів розкладання.

- Стадія пластичного стану. Нагрівання в інтервалі 350÷500°C. В цій стадії вугілля інтенсивно розкладається, утворюється багато летких продуктів напівкоксування – смол і газів. Послаблюються фізичні зв'язки між макромолекулами, розриваються хімічні зв'язки периферійної частини, тверді частинки диспергуються в плавкій масі, утвориться пластична маса, відбувається найбільше газовиділення.

- Стадія утворення напівкоксу. Нагрівання від 500°C до 600°C. Утворюється незначна кількість смол і інших летких продуктів, відбувається спікання і утворюється твердий залишок – напівкокс.

- Стадія утворення коксу. Нагрівання від 600°C до 1050°C. Утворюється трохи смол, ароматичні вуглеводні і водень. Утворюється кокс, який витримується протягом кількох годин.

Видача коксу

Проміжок часу від завантаження печі до видачі коксу називається періодом коксування.

Добова та змінна норма видачі коксу з печей встановлюється виходячи із затвердженого плану виробництва, якості шихти, маси завантаження, обороту печей і циклічного графіка роботи.

Видача коксу з печей повинна проводитися тільки при повній його готовності. Готовність визначається за характером і кольором полум'я палаючого газу з стояка при відкритій кришці і відключення печі від газозбірника. Рідкісне напівпрозоре полум'я з голубуватим відтінком (горіння водню) вказує на готовність коксу. Жирне злегка закіптюжене полум'я (горіння вуглеводнів) свідчить про неготовність печей, і видача такого коксу категорично забороняється, так як може призвести до тугого ходу і деформації стін камер коксування.

Безпосередньо перед видачею коксу з печі, двері знімаються машиною проводиться зйом дверей і машина пересувається таким

чином, щоб направляючий пристрій, що призначений запобіганню розсіпання розпеченого коксу на обслуговуючому майданчику, та знаходився точно навпроти пічної рами. Після цього направляючий пристрій впритул присувається до дверної рами.

Закінчивши операції по зніманню дверей і зайнявши вихідне положення для видачі, машиніст коксовиштовхувача очікує сигналу з коксової сторони про готовність всіх механізмів до приймання коксового пирога. Після сигналу починається видача. Машиніст натискає пресом штанги коксовиштовхувача на коксовий пиріг і висуває його з печі через направляючий пристрій дверізнімальної машини в гасильний вагон.

Після видачі пирога гасильний вагон прямує до гасильної вежі, а штанга коксовиштовхувача висувається з печі назад.

Мокре гасіння коксу

Гасильний вагон після видачі коксу з максимальною швидкістю направляється до гасильної вежі. Тривале перебування в гасильному вагоні непогашеного коксу призводить, крім зайвого чаду коксу, до перегріву і псування вагона. Одночасно з в'їздом гасильного вагона в камеру гасильної вежі здійснюється включення зрошення і починається гасіння коксу.

Для гасіння коксу використовують фенольні стічні води, попередньо очищені на біохімічній установці від смоли та масел, так як вони покривають кокс плівкою, що перешкоджає проникненню води всередину шматків. Вміст фенолів у воді не повинна перевищувати 1 мг/л. Для підживлення фенольних стічних вод використовують технічну воду.

Час перебування вагона в камері гасильної вежі має становити 60-90 сек., з яких 40-60 сек. йде на, власне, гасіння коксу і 20-30 сек. на стік води.

При гасінні коксу з гасильного вагона разом з водою виноситься значна кількість шламу у вигляді дрібного коксу розмірами до 25 мм.

Вода зі шламом з башти гасіння направляється по лотку в відстійник, де осідає основна маса шламу, потім у другий відстійник і з нього у третій відстійник – збірник освітленої води. Із збірника освітленої води вода насосами подається на зрошувальний пристрій.

Шлам з відстійників забирається грейферним візком. Перед вантаженням у залізничні вагони шлам зневоднюється в наземному залізобетонному накопичувачі.

По закінченню стоку води гасильний вагон направляється до рампи для завантажень.

Випуск коксу з тушільного вагона повинна проводитися тільки на вільне місце рампи. Кокс, що випускається на рампу з гасильного вагона, не повинен містити недотушених вогнищ і до подачі на коксортування повинен витримуватися на рампі не менше 15 хв. При

виявленні недотушених шматків коксу, останні повинні бути негайно погашені на рампі.

Після цього вагон готовий до нового циклу операцій, що починаються з під'їзду вагона до чергової видається печі.

Сортування і відвантаження коксу

Виданий з камери коксування розжарений кокс після гасіння мокрим способом подається на коксосортування для поділу його на задані класи крупності і подальшого використання в доменному, ливарному або інших виробництвах.

Основне обладнання коксосортування включає: валкові грохоти, односитні і двухситні вібраційні грохоти, конвеєри, бункери для великого та дрібного коксу та ін.

Робота валкових і вібраційних грохотів контролюється за даними розсіву окремих фракцій.

Управління механізмами коксосортування і навантаженням коксу централізовано і автоматизовано. Весь комплекс обсягів прийому, розсіву і навантаження пов'язаний сигналізацією і заблокований.

Для стабілізації доменного коксу по крупності і з метою зниження в ньому класу +80 мм у місці перепаду (перевантаження) валового коксу з підрампового конвеєра на похилий конвеєр встановлена молоткова дробарка.

Відведення газу з камер коксування

Газоподібні продукти коксування відводяться з коксової камери через стояк в газозбірник, звідки вони по газопроводу відсмоктуються газодувкою і передаються в хімічні цехи для обробки.

Газ, що має при виході з коксової печі температуру близько 700°C, охолоджується в стояках і далі в газозбірнику до 80°C. Охолодження газу досягається зрошенням його в газозбірнику аміачною надсмольною водою. В результаті зрошення газу частина надсмольної води випаровується, відбираючи при цьому тепло від газу.

При охолодженні газу в газозбірнику з нього конденсується смола, а також вимиваються тверді частинки вугілля і пилу, які, змішуючись із смолою, утворюють згустки, звані фусами.

Надсмольна вода і смола разом з фусами стікають по газопроводу до сепаратора, де відокремлюються від газу. Газ спрямовується для охолодження в первинні трубчасті газові холодильники, а надсмольна вода і смола з сепаратора надходять у відстійник, де відбувається відділення надсмольної (аміачної) води від смоли і фусів.

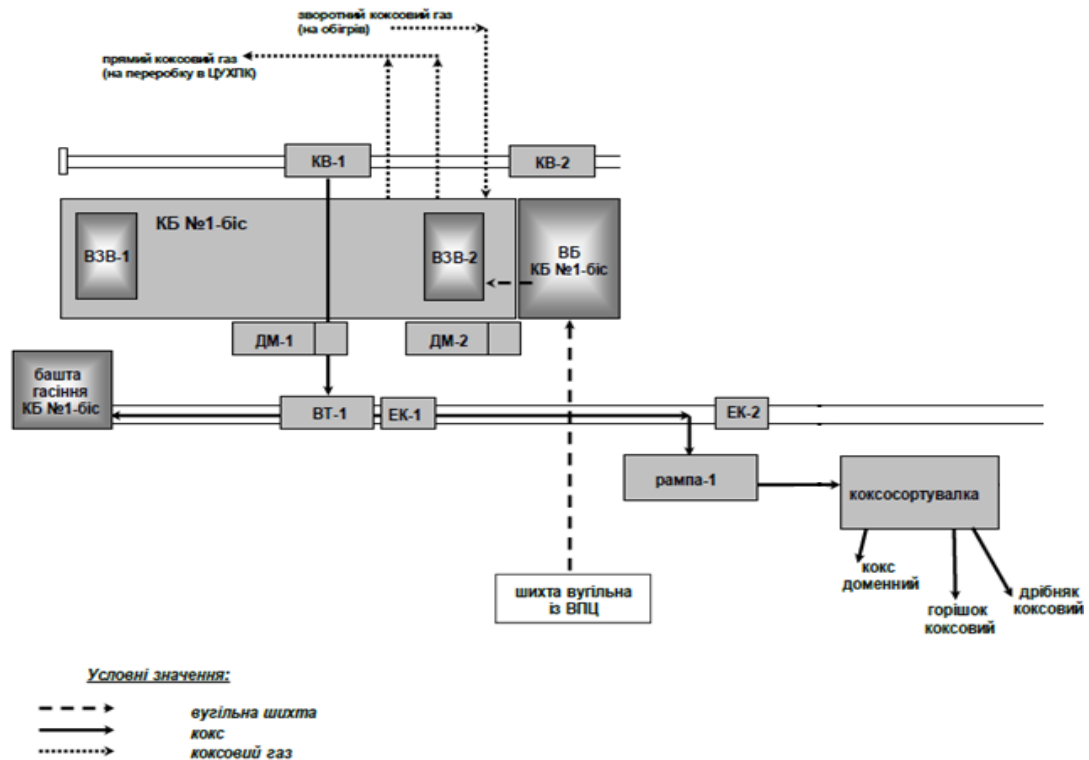


Рисунок А.1 – Технологічна схема КБ №1БІС

Електричне обладнання механізмів косової батареї.

Коксовиштовхувач призначений для обслуговування машинної сторони коксової батареї.

Основні операції коксовиштовхувача – планування вугільної шихти, яка завантажується в камери коксування, виштовхування з камери коксування готового коксу.

Електроприводи коксовиштовхувача працюють в повторно-короткочасному режимі.

Коксовиштовхувач працює на відкритому повітрі при наявності фенола та вугільного пилу.

Коксовиштовхувач складається з металоконструкції і наступних механізмів та пристроїв:

- механізм переміщення;
- виштовхуючого пристрою (прес штанга);
- планувального пристрою;
- механізму відкривання планувальних дверцят та поворота жолобу;
- механізму зштовхування шихти;
- механізму затвора бункера;
- механізму пересування дверізнімальної штанги;
- механізму знімання дверей;
- гідросистеми і т.д

Враховуючи умови навколишньої середовища, в якій працює машина прийнято електрообладнання підвищеної надійності.

Для привода механізмів пересування, виштовхування і планувальної штанги прийняті електродвигуни постійного струму тип Д.

Привод допоміжних механізмів здійснюється від короткозамкнутих електродвигунів змінного струму серії МТКН, а також від гідросистеми.

Управління золотниками гідросистеми здійснюється електромагнітами типа СУ620ІУ4 з котушкою на 24В постійного струму.

Живлення якірних ланцюгів та обмоток збудження електродвигунів пересування, виштовхування і планувальної штанги здійснюється від тиристорних перетворювачів серії ТПЕ-400/400-460-У2.

Механізми переміщення.

Якірні ланцюги електродвигунів 1М1...1М8 механізмів переміщення з'єднані в чотири паралельні гілки по дві послідовно в кожній гілці.

Живлення якірних ланцюгів здійснюється від перетворювального агрегату 1VZ1 типу ТПЕ-400/400-460-2У2.

Захист кожної паралельної гілки виконується автоматичними вимикачами 1QF1...1QF4.

Схемою передбачено керування механізмами переміщення в ручному режимі з двох місць:

- з кабіни машиніста (командоконтролером 1SA1)
- з поста керування підйомником (кнопка керування 1SB1, 1SB3)

Можливість керування механізмами переміщення одночасно з двох місць виключена.

Замикання головного ланцюга електроприводів переміщення контактором 1KM1 і дозвіл пуску електродвигунів можливий при здійсненні наступних умов:

- апарати керування механізмами переміщення знаходяться в нульовому положенні (контакт реле 1K1 замкнуто);
- автоматичні вимикачі Q1, Q2 перетворювального агрегату 1VZ1 увімкнені;
- є струм в обмотках збудження електродвигунів (контакти реле 1KA3...1KA10 замкнуто);
- допоміжні механізми знаходяться у вихідному положенні (контакт 1K4 замкнуто) і струм в електромагнітах гальмів (контакт реле 1KV замкнуто)

Схемою керування передбачена повзуча «мала» і велика швидкості переміщення коксовиштовхувача (завдання швидкості формується резисторами R75...R79), а також плавний розгін і гальмування машини, котрі забезпечуються системою регулювання перетворювального агрегату 1VZ1.

Напрямок руху задається за допомогою реле 1K5 (уперед) та 1K6 (назад).

При включенні одного з цих реле вмикається контактор 1KM3, який включає електромагніти гальм і машина розгальмовується.

Для накладання гальм (зупинка машини) необхідно командоконтролер 1SA1 керування механізмами переміщення повернути в нульове положення і натиснути педаль одного з ножних вимикачів 1S1...1S3.

В нормальному режимі роботи використовується рекуперативне гальмування приводами машини, яке забезпечується перетворювальним агрегатом 1VZ1.

Аварійне гальмування – динамічне, яке здійснюється контактором KM2 і резистором 1R5.

Контроль увімкненого стану автоматичних вимикачів 1QF1...1QF4 здійснює реле 1KV1. При вимиканні більше одного автоматичного вимикача реле 1KV1 вимикає лінійний контактор 1KM1.

Схемою передбачено світлова та звукова сигналізація про переміщення коксовиштовхувача.

Для виконання налагоджувальних робіт на пульту керування П2 передбачено кнопку обхідблокувань вхідного положення механізмів 1SB1.

Виштовхуюча штанга (Прессштанга)

Привод виштовхуючої штанги здійснюється від двох електродвигунів постійного струму 2M1, 2M2.

Якірні ланцюги електродвигунів з'єднані послідовно і живляться від перетворювального агрегату 2VZ1 типу ТПЕ-400/400-460-2У2.

Схемою керування передбачено наступні режими роботи:

- ручний;
- напівавтоматичний

Вибір режимів роботи здійснюється ключом керування 2SA2 з пульта керування П2.

Для забезпечення роботи виштовхуючої штанги в цих режимах і здійснення блокувань з іншими механізмами на штанзі встановлено три командоапарати 2SQ1...2SQ3.

Аварійне відключення штанги, а також фіксація перелому її кінцевої частини при ході назад здійснюється шляховими вимикачами 2S5, 2S6.

Замикання головного ланцюга електропривода виштовхуючої штанги контактором 2KM1 і дозвіл пуску електродвигунів можливий при здійсненні наступних вимог:

- командоконтролер 2SA1 знаходиться в нульовому положенні;
- автоматичні вимикачі Q1, Q2 перетворювального агрегату 2VZ1 увімкнені;
- є струм в обмотках збудження електродвигунів (контакти реле 2KA2, 2KA3 замкнуті);
- є струм в електромагнітах гальм 2YB1, 2YB2 (контакт реле 2K14

замкнуто)

В ручному режимі задання швидкості преміщення привода виштовхуючої штанги здійснюється командоконтролером 2SA1.

Задання швидкості при цьому формуються резисторами R75...R79 перетворювального агрегату 2VZ1.

Напрямок руху задається за допомогою реле 2K18, 2K19.

При увімкненні одного з цих реле вмикається контактор 2KM3, який вмикає електромагніти гальм 2YB1, 2YB2 і штанга розгальмовується.

В полуавтоматичному режимі увімкнення привода виштовхуючої штанги здійснюється кнопкою керування 2SB2 з пульту керування П2.

При цьому вмикається реле 2K18, 2K23.

Контактами реле 2K18 на вхід перетворювального агрегату 2VZ1 задається напрямку руху «уперед», а контактом реле 2K23 швидкість переміщення штанги 0,5м/с.

Одночасно контактами реле 2K18 вмикається реле 2K13 ті контактор 2KM3. Вмикаються електромагніти гальм 2YB1, 2YB2 і штанга починає рух «уперед» на швидкості 0,5м/с.

Через 2м від початку руху, контактом командоапарату 2SQ1/2 вмикається реле 2K3, 2K21, 2K22 переводу штанги швидкість зриву 0,1м/с. При цьому реле 2K23 вимикається. Штанга продовжує рух уперед на швидкості 0,1м/с.

Через 0,5м ходу штанги уперед контактом командоапарату 2SQ1/3 вимикається реле 2K21, 2K22 і штанга продовжує рух уперед на швидкості 0,5м/с.

У передньому положенні (при виході штанги з пічі) контактом командоконтролера 2SQ1/4 вимикається реле 2K23, задання швидкості 0,5м/с.

Крайнє переднє положення штанги контролюється контактом командоапарату 2SQ1/5.

Контактом 2SQ1/5 вмикається реле 2K5, 2K6 вимикається реле 2K18.

На цьому закінчується хід штанги «уперед» в режимі «ПА».

Одночасно з реле 2K5 вмикається реле часу 2КТ3, яке визначає витримку часу на схід шихти.

З витримкою часу 1...5с контактом реле 2КТ3 вмикається привод штанги на хід «назад» (реле 2K19, 2K23). Штанга на швидкості 0,5м/с рухається «назад» до перелому її кінцевої частини. Зона преміщення штанги до фіксації перелому штанги здійснюється шляховими вимикачами 2S5/2, 2S6/2.

Після перелому штанга рухається до вхідного положення. В вхідному положенні командоапаратом 2SQ1/1 подається команда на відключення привода штанги.

В полуавтоматичному режимі, при переводі привода штанги на швидкість зриву коксового пирога, контактом реле 2K3 вмикається реле 2K24 для подачі живлення на котушку вентиля обезрафіювального

пристрою. При ході штанги «назад» контактами реле 2K20 вентиль вимикається.

У ручному режимі реле 2K24 вмикається кнопкою керування 2SB3 з пульта керування П2.

Контроль напруги та струму навантаження електродвигунів здійснюється амперметром 2РА1 та вольтметром 2PV1, які встановлені в кабіні машиніста.

Схема керування забезпечує наступні види захисту електродвигунів:

- максимальна струмова (реле 2КА1);
- максимальна струмова (реле 2КА2, 2КА3)

При спрацюванні будь-якого захисту вимикається лінійний контактор 2KM1 і вмикається аварійне динамічне гальмування (контактор 2KM2 та резистор 2R1).

У решті технологічних режимах перетворювач ТПЕ забезпечує рекуперативне гальмування приводу.

Можливі позаштатні та аварійні ситуації в коксовому цеху.

Робота у коксових цехах пов'язана з рядом потенційних позаштатних та аварійних ситуацій, оскільки цей процес включає в себе обробку великої кількості сировини та високотемпературних процесів. Ось кілька можливих ситуацій, які можуть виникнути у коксовому цеху:

1. Пожежа:

- Виникнення пожежі через витік газів або продуктів горіння.
- Неконтрольований займання коксу або інших матеріалів.

2. Витік хімічних речовин:

- Витік амоніаку, бензолу чи інших хімічних речовин, що можуть бути шкідливими для здоров'я.

3. Екологічні проблеми:

- Викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище.
- Проблеми з утилізацією та обробкою відходів.

4. Технічні несправності:

- Збої в роботі обладнання, що може призвести до відмови у виробництві чи навіть аварійного зупинення об'єкта.

5. Викиди газів:

- Неконтрольовані викиди шкідливих газів, таких як сірководень чи оксиди азоту.

6. Травматизм персоналу:

- Травми, пов'язані з великими об'ємами та вагою матеріалів, використовуваних у виробництві.

7. Енергетичні аварії:

- Відключення електропостачання чи аварії на енергетичних мережах.

8. Проблеми з управлінням температурою:

- Невідповідна температура у процесах виробництва, що може призвести до неякісного продукту або аварій.

Для попередження та управління цими ризиками, коксові цехи використовують сучасні технології моніторингу, автоматизації та стандарти безпеки. Також важливо проводити регулярні навчання персоналу та впроваджувати найкращі практики у сфері безпеки.

ДОДАТОК Б. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

1. Золотарьов Д.Г. Автоматизована система збору параметрів роботи та діагностики технічного стану механізмів коксової батареї. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20–22 квітня 2023 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2023. – с. 124-126.

2. O.I. Simkin, D.G.Zolotaryov. AUTOMATED SYSTEM FOR VIBRATION MONITORING AND DIAGNOSTICS OF A COKE OVEN PUSHER. International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 29-30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”. 2023. Vol. 2. P.60-63.