

Гуцалюк Юрій Павлович

Лесів Іван Михайлович

Розробка та дослідження автоматизованої системи керування піччю для формування коксу

Керівник: ас. Стухляк Д.П.

Development and study of an automatic control system for coke formation furnace

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини роботи становить ___ слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає ___ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – ___ друкованих сторінок формату А4.

Робота складається з шести розділів, в яких нараховується ___ рисунків та ___ таблиць з даними.

В роботі використано ___ літературних джерел.

В роботі було розроблено та оптимізовано роботу автоматизованої системи керування процесом формування прокаленого коксу.

В ході роботи були максимально використані останні досягнення в теорії автоматичного управління, а також новітні контрольно-вимірювальні прилади і обчислювальна техніка.

Ключові слова: КОКС, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, КОНТРОЛЕР, ТЕМПЕРАТУРА, КОНТРОЛЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. <i>Технологія отримання коксу</i>	7
1.2. <i>Технологія отримання пекового коксу</i>	8
1.3. <i>Особливості досліджуваного процесу</i>	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 <i>Огляд схеми функціонування технологічного об'єкту</i>	13
2.2. <i>Конструкція обертової прокалювальної печі</i>	14
2.3. <i>Технологія прожарення</i>	16
2.4. <i>Матеріальний і тепловий баланси прокалювальної печі</i>	17
2.5. <i>Запуск печі</i>	22
2.7. <i>Технічне обслуговування печі</i>	23
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	25
3.1. <i>Аналіз технологічного процесу як об'єкта управління</i>	25
3.1.1. <i>Впливи, які діють на об'єкт керування</i>	25
3.1.2. <i>Аналіз керуючих дій, якими можна впливати на процес</i>	27
3.2. <i>Постановка завдання управління і структури управління</i>	33
3.2.1. <i>Завдання управління</i>	33
3.2.2. <i>Реалізація завдання регулювання</i>	34
3.3. <i>Алгоритм управління</i>	35
3.4. <i>Функціональна схема локальної системи автоматизації</i>	36
3.4.1. <i>Перелік основних ситуацій, що призводять до аварійної зупинки</i>	36
3.4.2. <i>Вибір контролера</i>	37
3.4.3 <i>Технічний опис Siemens S7-300. Установка</i>	37
3.4.3.1 <i>Компоненти S7-300</i>	38
3.4.3.2 <i>Побудова системи S7-300</i>	39
3.4.4. <i>Розташування і установка модулів</i>	41
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	43
4.1. <i>Визначення питомої електричного опору пекового коксу</i>	43
4.2. <i>Визначення дійсної густини графіту</i>	45
4.3. <i>Визначення золи в графіті</i>	45
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	48

<i>5.1. Структурна схема ктс</i>	48
<i>5.1.1. Вимоги до видів забезпечення асупт прокалювання.</i>	49
<i>5.1.2. Вимоги до надійності.</i>	51
<i>5.1.3. Характеристика структури комплексу технічних засобів АСУ.</i>	53
<i>5.1.4. Характеристика структури комплексу засобів управління ділянки прокалювання.</i>	53
<i>5.2 Програмування контролера</i>	54
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
<i>6.1 Організація охорони праці при експлуатації печей</i>	57
<i>6.2 Електробезпека</i>	59
<i>6.3 Розрахунок заземлення</i>	62
<i>6.4 Розрахунок стійкості об'єкта до вибуху газо-повітряної суміші</i>	65
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	68

ВСТУП

При сучасному темпі і напрямку розвитку виробництва виникають природні потреби в новітніх технологіях і засобах виробництва у всіх сферах діяльності людини.

Сьогодні можна з упевненістю стверджувати, що напрямок технічного переозброєння виробництва на основі гнучкої автоматизації всіх його процесів отримало загальне визнання. Системи автоматичного контролю і управління є найбільш важливими в структурах сучасних гнучких виробничих систем, так як визначають їх функціональні можливості і техніко-економічні показники.

Ці системи вирішують наступні завдання:

- 1) отримання і обробки інформації про просторове положення і переміщення, а також технічний стан, розмірних і інших параметрах контрольованих об'єктах, технологічного процесу або виробничих умов;
- 2) порівняння фактичних значень параметрів, умов або станів із заданими;
- 3) обробки даних про наявні розузгодження в системі з метою застосування досить ефективних рішень на різних рівнях управління і контролю;
- 4) управління порядком функціонування об'єктів і необхідними змінами параметрів процесу або умов виробництва;
- 5) отримання і обробки інформації про правильності і точності виконання функцій управління.

При виникненні потреби виникає і пропозиція в тій чи іншій мірі задовольняє цю потребу.

Сильний поштовх у розвитку набули системи на початку 70_х років при виникненні компактною і продуктивною електроніки, а при появі перших

мікросхем і мікропроцесорів з'явилася чітка перспектива в розвитку прогресивних, адаптивних, універсальних, інтелектуальних, продуктивних та економічних систем управління. На даний момент існує велика різноманітність систем управління і контролю технологічних процесів і виробництв як вітчизняного так і зарубіжного виробництва. Кожен виробник в свою чергу намагається перевершити свого конкурента пропонуючи нові технології і концепції в управлінні і в засобах виробництва. Останнім часом у зв'язку з вибуховим розвитком систем і засобів програмування створюються інтелектуальні інтерактивні і автономні комплекси виробництва на основі високопродуктивних комп'ютерів і мікропроцесорних систем. Їх використання в САПР і в управлінні дає колосальний економічний ефект - високі швидкості аналізу і прийняття рішень, величезні бази даних різної корисної інформації, зручний і якісний інтерфейс з програмістами, технологами та операторами.

Одним із прикладів подібної системи управління технологічним обладнанням є комплекс німецької фірми Siemens «Simatic S7-300».

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Технологія отримання коксу

У літературі подають таке визначення поняттю «кокс» - це штучне тверде паливо підвищеної міцності; виходить при нагріванні до високих температур (950 ... 1050 ° С) без доступу повітря природних палив або продуктів їх переробки. Сам процес переробки рідкого і твердого палива нагріванням без доступу кисню називається коксуванням.

Існує безліч видів і типів коксу. Залежно від виду сировини розрізняють кам'яновугільний, електродний, пековий, нафтовий, торф'яний і інші кокси.

Кокс - це продукт, який застосовується в різних виробничих процесах. Кам'яновугільний кокс використовується при виплавці чавуну (доменний кокс) як високоякісне бездимне паливо, відновник залізної руди, розпушувач шихтових матеріалів. Його також використовують в якості ваграночного палива в ливарному виробництві (ливарний кокс). нафтовий кокс використовується для виготовлення електродів і корозійностійкої апаратури, абразивів, графітованої продукції, при виробництві алюмінію, а також в ролі відновника при отриманні феросплавів. Пековий кокс застосовується для виготовлення анодної маси, обпалених анодів, конструкційних матеріалів; малозольний пековий кокс використовується в кольоровій металургії.

Застосування пекового коксу характеризується наступними параметрами: кольорова металургія - 97,0; хімічна промисловість - 0,3; електротехнічна промисловість - 1,4; чорна металургія - 0,8; інші споживачі - 0,3%.

Торф'яний кокс застосовується в якості сорбенту, в ковальській справі для зварювання і поковки металу, при виплавці чавуну в домнах, при отриманні феросплавів.

Торф'яної кокс є сировиною для агломерації залізних руд. Інші різні спеціальні види коксов використовуються в хімічній і феросплавної промисловості.

1.2. Технологія отримання пекового коксу

Як уже було згадано вище, одним з видів коксу є пековий кокс.

Основними стадіями отримання високотемпературного пекового коксу є підготовка кам'яновугільного пеку до коксування і сам процес коксування.

У схемі отримання коксу з кам'яновугільного пеку передбачено два варіанти коксування пеку способом сповільненого коксування і в камерних печах коксових батарей металургійних виробництв. Кам'яновугільні смоли, з яких отримують пек, є продуктом конденсації летких речовин, що виділяються при коксуванні кам'яного вугілля.

Кам'яновугільна смола відрізняється високою в'язкістю і частково розчиняє воду, що значно ускладнює виділення з неї води і фусів (суміш твердих речовин, на поверхні яких сорбованих смола). Це пояснюється присутністю в смолі полярних сполук (фенолів, підстав), а також здатністю поліциклічних ароматичних з'єднань до донорноакцепторному взаємодії з водою, які утримуються в ній солями. Цьому також сприяє наявність в смолі твердих частинок, що стабілізують емульсії, і висока в'язкість смоли; тверді частинки вугілля, напівкоксу і коксу мають великі розміри (0,1 мм і менше), і відділення їх від смоли може внаслідок малого відмінності щільності смоли ($1180 \dots 1220 \text{ кг / м}^3$) і фусів (1250 кг / м^3).

Поділ води, смоли і фусів проводять при температурі $80 \dots 90 \text{ }^\circ\text{C}$, що дозволяє знизити в'язкість смоли і поліпшити ступінь відстоювання. Для поліпшення поділу смоли, води і фусов використовують відстоювання під тиском, поділ у відцентровому полі і змивання смоли надсмольною водою з подальшим відстоюванням. При відстоюванні під тиском температура

процесу може бути збільшена до 120 ... 140 °С. При цьому випаровування води виключається. Ефективність відстоювання різко зростає завдяки зниженню в'язкості смоли. У відцентровому полі багаторазово збільшується рушійна сила сепарації і підвищується ступінь відділення фусів від смоли.

Багаторазова промивка смоли надсмольною водою з подальшим її видаленням дає можливість зменшити вміст в смолі фусів і води.

Надалі при отриманні пеку дистиляція смоли в смолопеперробних цехах виробляється на агрегатах різних конструкцій. В основному використовуються апарати безперервної дії, оснащені трубчастими агрегатами, але є і кубові установки періодичного і безперервного дії.

За температур розм'якшення пек можна розділити на два види: середньо температурний (60 ... 75 °С) і високотемпературний (135 ... 150 °С).

Для підвищення виходу пекового коксу пек з температурою розм'якшення 60 ... 90 °С піддають термоокисній обробці. В якості вихідних компонентів для отримання високотемпературного пеку служать пекові смоли, середньотемпературний пек і пекові дистилятори, які утворюються в процесі підготовки високотемпературного пеку. Необхідною умовою протікання реакції окислення є висока температура суміші компонентів - не менше 270 °С. З цією метою зазначений склад перед дозуванням її в перший реактор піддається нагріву в трубчастій печі до температур 320 ... 380 °С.

Важливо відзначити, що виборча розчинність пеку в органічних розчинниках дозволяє розділити його на фракції

1.3. Особливості досліджуваного процесу

Під прокалюванням коксу та інших вуглецевих матеріалів розуміють процес обробки коксу протягом певного часу при високих температурах з мінімальним доступом повітря. Прожарювання коксу відноситься до одного з основних процесів у виробництві анодної маси, оскільки основні її фізико-хімічні та експлуатаційні властивості багато в чому залежать від якості прожарювання.

Процеси, що відбуваються при прожарювання коксу, досить складні. Прожарювання проводять при 1200-1400 ° С; при цьому практично повністю видаляється волога, відбуваються процеси розкладання складних вуглеводнів з видаленням летких речовин і перш за все водню, а також ущільнюється структура коксу, формується його кристалічна решітка і здійснюється часткова графітизація матеріалу.

Видалення летких речовин починається при 200-250 °С, помітно збільшується з підвищенням температури і досягає максимального значення при 600-800 °С. При цих температурах виділення летких речовин відбувається за рахунок простого відгону (дистиляції) і тільки частково за рахунок піролізу (розкладання вуглеводнів без доступу повітря). З підвищенням температури розжарювання процес піролітичного розкладання посилюється, при цьому складні вуглеводні розкладаються на елементарні складові: водень і піролітичний вуглець. Останній має здатність відкладатися в порах коксу і підвищувати його об'ємну масу. Видалення вуглеводнів, відкладення піролітичного вуглецю, формування щільної структури і часткова рекристалізація речовини коксу призводять до його ущільнення і підвищення істинної щільності.

Здатність до ущільнення при прокалі у пекових коксів нижча, ніж у нафтових. Так, при температурі розжарювання 1200 °С дійсна густина підвищується з 1,93 до 2,01-2,02 г / см³ для пекових коксів і з 1,40-1,45 до 2,03-2,04 г / см³ для нафтових. Це пояснюється також тим, що в коксових батареях нафтовий кокс отримують при 500-600 °С, а пековий - при 800-900

°C. Крім того, нафтові і пекові кокси істотно відрізняються за хімічним складом. Відгонка летючих і рекристалізація речовини коксу викликають усадку матеріалу. Ступінь усадки для двох видів коксів при одній температурі розжарювання також неоднаковий і залежить в основному від природи коксу і вихідного вмісту летких речовин. Наприклад, усадка нафтового коксу при вмісті 5-10% летких становить 20-30%, в той час як для пекового коксу при вмісті летких приблизно 1%-всього 4%.

Повнота усадки - одна з найважливіших умов розжарювання. Якщо в процесі прокалки усадка матеріалу пройшла не в повному обсязі, то значна усадка і деформація будуть спостерігатися в анодах алюмінієвих електролізерів, що абсолютно неприпустимо. Таким чином, мета розжарювання полягає в тому, щоб всі основні фізико-хімічні зміни в коксі закінчилися в процесі виробництва анодної маси і не відбувалися в анодах.

Під час розжарювання знижується електроопір вугільних матеріалів, як правило, до 600-650 мкОм*м. У міру підвищення температури розжарювання коксів зростає їх поглинальна здатність по відношенню до пеків (адсорбційна здатність). Це в основному пояснюється збільшенням мікропористості коксу. Так звана реакційна здатність коксів (швидкість хімічної взаємодії з двоокисом вуглецю або киснем при високих температурах) в процесі розжарювання істотно знижується. Темп зниження реакційної здатності коксу визначається його природою: у пекових коксів реакційна здатність низька навіть в початковому стані; у нафтових коксів реакційна здатність визначається їх сірчистістю, типом кристалічної структури, рядом домішок.

Зольні домішки (оксиди алюмінію, титану, заліза, ванадію та ін.) В процесі розжарювання не зазнають істотних змін і майже повністю переходять в прожарений кокс. Видалення прокалюванням (кальцинацією) можливо тільки сірки. Так як сірка органічно пов'язана з вуглецем коксу, то вона може бути видалена лише при температурах не нижче 1600-1700 ° C.

Таким чином, в результаті фізико-хімічних процесів при 1200-1400 ° С в прожарюваних вуглецевих матеріалах зростає відносний вміст вуглецю (в основному за рахунок зниження вмісту водню і в незначній мірі інших елементів), повністю видаляється волога і основна маса летючих, відбувається об'ємна усадка, збільшується дійсна густина, підвищується електропровідність і механічна міцність, різко знижується окиснюваність (реакційна здатність). Всі ці перетворення необхідні для отримання анодної маси високої якості.

Ефективність прокалки коксу контролюється за питомим електроопором коксу в порошок і по істинній густині. Питомий електроопір не повинен перевищувати 650 мкОм*м, дійсна густина повинна бути не менше 1.98 г / см³ для пекових коксів і 2,02 г / см³ - для нафтових.

Вибір оптимальної температури розжарювання дуже складний і залежить від цілого ряду чинників. Ті кокси, які мають стабільні показники істинної щільності, об'ємної усадки, реакційної здатності та ін. При порівняно низьких температурах, не потребують глибокої прокалки. У той же час кокси з нестійкими властивостями слід прожарювати при більш високій температурі. Слід, однак, враховувати, що з підвищенням температури розжарювання зростає угар вуглецю і зменшується термін служби печі. Необхідно також прагнути до того, щоб властивості прокаленого коксу-заповнювача в анодній масі наближалися до властивостей коксу із зв'язуючого. Тільки при однаковій хімічній активності складових анодної маси анод в кріоліт-глиноземному розплаві буде згоряти рівномірно, а витрата анодної маси буде мінімальною. У заводській практиці в останні роки визначилися наступні температури розжарювання коксів: пекових (1200 + 25) ° С, нафтових (1250 + 25) ° С.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд схеми функціонування технологічного об'єкту

На рис. 2.1 приведена апаратурно-технологічна схема прокалювального відділення. Кокси надходять на завод у відкритих залізничних вагонах і розвантажуються на складі 1 в спеціальні приймачі - траншеї. Ємність складу залежить від місця розташування постачальників. Чим далі постачальник, тим більше повинен бути склад. При великому віддаленні заводів-постачальників від заводу-споживача ємність складу розрахована зазвичай на 20-30-добову потребу заводу в коксі.

Для переміщення коксу всередині складу, а також для завантаження в прийомні бункера на складі встановлені грейферні крани 2. З приймального бункера 3 кокс пластинчастим живильником 4 подається на валкову зубчасту дробарку 5 для попереднього дроблення, де шматки коксу зменшуються від 250-350 до 60-70 мм. Елеваторами 6 подрібнений кокс подається в витратні бункера 7, звідки живильником 8 через завантажувальну течку 9 в "холодний" кінець оберткової печі 10. Пековий і нафтовий кокси завантажуються в різні бункера. Прожарений кокс через перевантажувальну водоохолоджувальну течку надходить в холодильник барабанного типу 11, з якого охолоджений кокс транспортерами і елеваторами подається в розмелювальне відділення.

Утворені в печі гази з дрібними частинками коксу видаляються через "холодну" головку і димову трубу, яка знаходиться під розрідженням, а при наявності пилоуловлюючих пристроїв (циклону, електрофільтру) гази відсмоктуються димососами. Запилене повітря відсмоктується з холодильника і очищається в електрофільтрі або рукавному фільтрі.

Вловлений пил за допомогою пневмотранспорту повертається у виробництво.

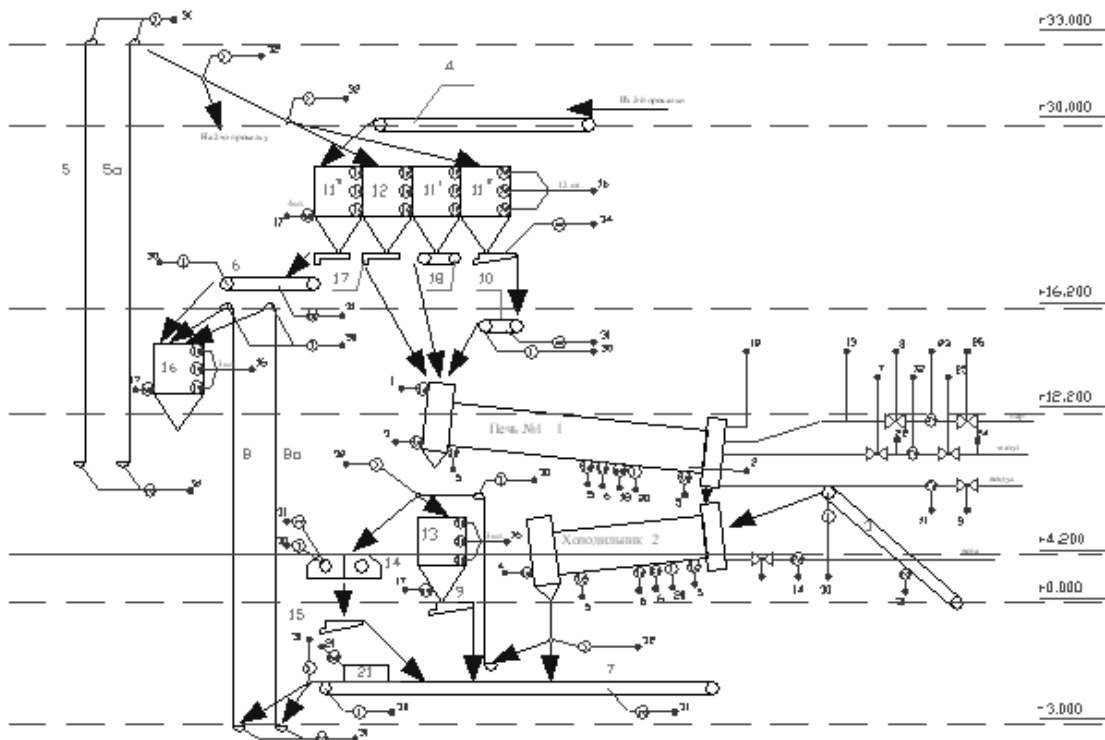


Рисунок 2.1 – Апаратно-технологічна схема прокалювання коксу

2.2. Конструкція обертової прокалювальної печі.

Прокалювальна піч має у своєму складі наступні основні елементи: сталевий барабан циліндричної форми, який зсередини викладений вогнетривкою цеглою, приводу власне печі, пристроїв опорного типу, приводів для забезпечення процесу, двох головок – власне топкової (гарячої) і газовідвідної (холодної), а також пристрою, який забезпечує процес перевантажування на інший етап технологічного процесу.

Пічний барабан опирається на опорні ролики і утримується за допомогою спеціальних бандажів. Він виготовлений із сталевих царг методом зварювання. У нашому випадку довжина барабану становить 40-45

м і він розташовується на трьох опорах. Саме число опор, власне, залежить від величини барабану. Бандажні елементи, що кріплять барабан виготовляються із спеціально виготовленої литої сталі, твердої за своїми властивостями. Бандажі, що знаходяться скраю можуть змінювати своє розташування відносно опорних роликів, оскільки сам барабан може змінювати розміри залежно від температури. Середні бандажі мають обмежене контрольними роликами зміщення в переріз барабану. Вінкова шестерня для забезпечення обертання закріплюється до барабану із застосуванням плоских пластин, виготовлених зі сталі та розташовується по дотичній. Ця шестерня захищена від попадання бруду, пилу та сторонніх предметів кожухом, виготовленим зі сталі. Для запобігання зміщення барабану печі на більше значення від запланованого спеціально монтують ролики опорного типу так, щоб їхня робоча поверхня була під малим кутом до бандажної робочої поверхні. Також для запобігання вилітання барабану з роликів по обидві сторони бандажу, що знаходиться згори встановлюють опори, закріплені нерухомо. З метою збільшення жорсткості барабану в поперечному напрямку встановлюють спеціальні кільця, які мають зазор радіального типу між кільцем жорсткості та корпусом.

На сьогоднішній день найчастіше застосовуються прокалочні печі обертового типу з встановленими барабанними холодильними установками.

Основні їхні параметри наступні: протяжність близько 45 м, діаметральна ширина 3,0 м, кількість витраченого палива умовно 40-50 кг / т, відносна кількість прокалювального матеріалу складає 10-12 т / год, при цьому в печі він знаходиться біля 55-85 хвилин, осьовий кут нахилення барабану складає близько $2,5^{\circ}$, печі такого типу забезпечують 1,5-2,0 обертання за хвилину. При цьому холодильна установка також нахилена на 2,5-3,5 градусів, діаметральний розмір 2,5-3,0 м, протяжність 30 м, число обертів 2,5-4,0 за хвилину.

2.3. Технологія прожарення

У печі для забезпечення процесу наявний кокс рівномірним шаром розподіляють по усій довжині печі, при цьому він формується у формі сегменту у поперечному перерізі. Матеріал отримує рух за рахунок того, що барабан нахилено в горизонтальній площині. Від числа обертів за хвилину, кута нахилу барабану та його розмірів прямопропорційно залежить продуктивність такого агрегату та швидкість руху матеріалу по печі. При цьому, власне нагрівання відбувається за рахунок протитечії за рахунок того, що кокс і, власне кажучи, нагріті до відповідної температури газу рухаються один проти одного.

При цьому необхідно забезпечити відповідний час перебування коксу в печі, достатній для видалення летких речовин, випаровування наявної вологи і завершення усіх фізико-хімічних перетворень продукту відпалювання.

Він залежить від умов та технологічних параметрів процесу, а саме: габарити печі (протяжність та діаметр), кількість обертів барабану за хвилину, коефіцієнт тертя коксу до викладеної цегли, кут нахилу барабану. Габарити печі завжди є постійними. В ході технологічного процесу та експлуатації незначно може змінюватись число обертань та власне тертя матеріалу до цегли. Оскільки основні параметри відносно сталі, то, як правило, час перебування коксу в печі набуває сталості, тобто змінюється незначно.

Також дуже суттєвий вплив на загальну продуктивність чинить коефіцієнт заповнення печі. Це відносний показник – відношення поперечного перерізу усього коксу в печі до власне її поперечного перерізу. Для прикладу, заповненням 6-8 % характеризується піч з барабаном, діаметром 3,0 м. Міняючи цей коефіцієнт можна в широких межах змінювати продуктивність такої печі.

Як правило основне джерело нагріву – променева енергія, яка передається від факелу вогню. Також частина тепла передається за рахунок конвекції від контакту топкових газів з коксом. Також процес нагріву відбувається за рахунок теплообмінних процесів між розігрітою цеглою печі (футеровкою) та коксом. Велика кількість тепла також виділяється і з самого матеріалу за рахунок речовин, які є у ньому.

Для забезпечення повного спалювання необхідно забезпечити достатню кількість кисню, створити умови для хорошого перемішування при достатньому об'ємі топкового простору. При цьому температура має бути не нижчою за 1000 °С. Якщо забезпечити такі умови, відбувається утворення простих речовин – вуглекислого газу CO_2 наслідок реакції вуглею і кисню та водяної пари – внаслідок реакції водню з повітрям печі. Для повного згорання палива необхідно забезпечувати близько 10 м³ для спалювання 1 кг мазуту. Тому неможливо проводити сильне заповнення печі матеріалом, оскільки це призведе до неповного згорання палива.

В більшості випадків такі печі працюють на рідкому або газоподібному паливі. При цьому вид палива також впливає на продуктивність. Як рідке паливо застосовують продукт переробки нафти – мазут. Його основні властивості наведені у табл. 2.1.

2.4. Матеріальний і тепловий баланси прокалювальної печі.

Як вже було сказано, в процесі прожарювання з вуглецевих матеріалів видаляються волога і леткі речовини (гази), що передбачено технологією. Однак з газами безповоротно втрачається і вуглець прожарюваного матеріалу. Втрати коксу при прожаренні слід поділити на дві групи: 1) механічні (винесення дрібних частинок димовими газами); 2) пов'язані з відгонкою летючих вуглеводнів і чадом коксу в печі і холодильнику.

Таблиця 2.1.

Властивості мазуту, який використовують як паливо марок 40, 10 і 100В

Показники	40	10	100В
В'язкість при 80 ° С, не більше:			
умовна, град.	8,0	16,0	10
відповідна їй кінематична, мм ² / с	59,0	118,0	73,9
Зольність,% не більше	0,12	0,14	0,05
Вміст механічних домішок,% не більше	0,80	1,5	0,20
Вміст сірки,% не більше:			
малосірчистих мазут	0,5-1	0,5-1	0,5
сірчистий мазут	2,0	2,0	0,2
високосірчистий мазут	3,5	3,5	-
Температура спалаху у відкритому тиглі, ° С, не нижче	90	110	110
Температура застигання, ° С, не вище	10	25	25
Теплота згоряння нижча в перерахунку на суху паливо, МДж / кг, не менше:			
малосірчистих і сірчистий мазут	40,74	10,53	10,53
високосірчистий мазут	39,9	39,9	39,9
Щільність при 20 ° С, г / см ³ , не більше		1,015	1,015

Для об'єктивної оцінки роботи прожарювальної печі і налагодження режиму розжарювання складають матеріальний і тепловий баланси. Нижче

наведено матеріальний баланс прожарювальної печі розміром 3*45 м, продуктивністю 10,0 т прокаленого нафтового електродного коксу на годину.

Таблиця 2.2

Баланс прокалювальної печі продуктивністю 10 т

Стаття приходу	т/год	%
Нафтовий крупнокусковий кокс, що надходить в піч	14,92	100
Прокалений кокс з холодильника	10,9	73,2
Втрати з вологою	0,77	5,4
Втрати з летючими речовинами	1,25	8,3
Загальний чад коксу в енергокомплексі в тому числі:	1,48	9,9
в печі	0,59	3,9
в холодильнику	0,10	0,7
в газоході і в котлі-утилізатори	0,79	5,3
Кокс з осаджувальної камери	0,08	0,5
Пил, вловлений аспіраційною системою холодильника	0,16	1,1
Пил, вловлена котлом-утилізатором, циклонами і електрофільтром	0,18	1,2
Пилевиніс, який неможливо повернути	0,1	0,7

У печей, не оснащених системою уловлювання пилу, механічні втрати коксу складають до 4,5%; величина їх залежить насамперед від ступеня працездатності пилеосаджувачих пристроїв з димових газів (перший ступінь очищення - осаджувальна камера або циклон, друга - електрофільтри).

Механічні втрати можна знизити з допомогою пилеосаджуючих пристроїв до 0,5%.

Втрати від чаду складають зазвичай від 8 до 13%. Чад вуглецю коксу відбувається головним чином через надлишок кисню повітря в зоні прожарювання при неорганізованому підсосі повітря, відсутності або порушенні герметизації зчленування печі і холодильника. Підвищений чад коксу можна виявити по зовнішній ознаці: якщо факел чистий і короткий, колір коксу сліпуче білий і яскравіше полум'я факела; значить, кисню повітря значно більше необхідного для спалювання палива, і він витрачається на горіння вуглецю коксу.

На чад коксу впливає і температура прожарювання. Так, при 1000 °С чад в 2 рази менше, ніж при 1200 °С, і в 3 рази менше, ніж при 1350 °С.

Надійне ущільнення зчленувань піч - головки дозволяє зменшувати неорганізовані підсосі повітря. Крім того, для зменшення пилеунос через перевантажувальний пристрій встановлюють в розвантажувальній голівці холодильника штору з зшитих транспортерних стрічок, через яку пропускають патрубков для відсмоктування запиленого повітря. Загальні втрати маси (включаючи вологу і летючі речовини) прожарюють нафтових коксів досягають 20-28%. При прокалке пекових коксів втрати становлять 14-17%.

Для виявлення резервів зниження витрати палива, зменшення чаду коксу і максимального використання тепла відхідних газів, а також для відпрацювання технології розжарювання при зміні сировини одночасно з матеріальним балансом складають і тепловий баланс на різних режимах роботи печі. Один з варіантів теплового балансу печі наведено нижче:

Аналіз теплового балансу печі показує, що якщо прихід тепла в великій мірі здійснюється за рахунок чаду коксу, то це свідчить про розладнаний режим розжарювання, наприклад про надлишок вторинного повітря, що

надходить через нещільності переднього обрізу печі і відкриті дверцята. Не виключено також, що витрата палива недостатня.

Таблиця 2.3

Тепловий баланс печі. Прихід тепла

Прихід тепла	ГДж/год	%
Від згоряння палива	13,1	28,0
Від згоряння летючих речовин	12,39	26,5
Від чаду коксу в печі	17,64	37,7
Фізичне тепло мазуту, коксу, повітря, пара всього	3,65	7,8
Всього	46,78	100,0

Таблиця 2.3

Тепловий баланс печі. Розхід тепла

Розхід тепла	ГДж/год	%
Фізичне тепло коксу на виході з печі	17,64	37,7
Фізичне тепло з йдуть з печі газами і пилом	21,21	45,3
Тепло на випаровування і нагрівання вологи коксу	3,31	7,1
Теплові втрати, проблема балансу	4,62	9,9
Всього	46,78	100,0

В даному випадку можна зробити висновок про те, що зниження теплових витрат тільки за статтею "угар коксу" дозволить знизити втрати коксу, підвищити продуктивність печі, не збільшуючи її теплову потужність.

Коригування інших параметрів процесу прокалки дозволяє знайти оптимальний режим роботи не тільки прожарювальної печі, але і в цілому енерготехнологічного комплексу.

2.5. Запуск печі

Перед пуском, власне, печі перевіряють, втім, стан футеровки, труб і газоходів, кріплення вінцевих шестерень холодильника і самої печі, роботоздатність приводу, паливопроводу і усіх приладів, що контролюють процес.

Пуск самої печі відбувається у наступній послідовності. На відстані 3-4 м від гарячої центрально головки накладають штабельну конструкцію з дерева, проводять її розпал, включають димосос і встановлюють розрідження в задній частині печі 20-30 Па. У мазутонасосній станції температуру, зазвичай, мазуту піднімають приблизно 80°C. Після того як дрова розгоряться, в центральну форсунку подають пару або повітря і повільно починають відкривати мазутовий вентиль, що приводить до початку процесу горіння. Після підпалювання мазуту, регулюючи зміну його подачу або повітря, горіння регулюють так, щоб факел полум'я був чистим і коротким. Подачу мазуту після усталення процесу встановлюють на мінімум. Якщо в результаті спостерігається утворення диму у форсунці, то необхідно підвищити значення стику повітря або пари перед самою форсункою, якщо ж проблема не усунута, перевіряють розмір парового отвору та центрування шпинделя відносно корпусу

Тривалість розігрівання облицьовки печі і сушіння печі залежить перш за все від виду ремонту футерування і температури навколишнього середовища (якщо піч знаходиться не у приміщенні). При місцевому ремонті, а також при кладці цегли насухо в теплу пору року тривалість нагріву до робочої температури може становити всього 12-18 год. При ремонті

футеровки на розчині в холодну пору року тривалість сушіння і нагрівання футеровки збільшується до 48-54 год.

2.7. Технічне обслуговування печі.

При обслуговуванні обертової печі необхідно стежити за розподілом навантажень на опорні ролики, забезпечувати поздовжнє зворотно-поступальне переміщення барабанів по роликам уздовж центральної осі, дотримуватися встановленого режиму змащення обертових частин. Переміщення барабана з нижнього положення у верхнє досягається шляхом перекосу осей опорних роликів щодо поздовжньої осі барабана, щоб корпус міг, подібно гвинта, рухатися вгору і вниз. Повний цикл переміщення відбувається за 4-8 год в залежності від зазорів між завзятими роликами і бандажами. Щоб опустити барабан з верхнього положення, на поверхню роликів наносять по кілька крапель олії (нігролу). За час переміщення барабана масло на гарячій поверхні бандажів і роликів встигає випаруватися і переміщення барабана вгору по осі відбувається спонтанно за рахунок сили тертя між опорними роликами і бандажами.

При правильно відрегульованому положенні роликів щодо бандажів осьовий тиск на контрольні ролики незначно, обертання барабана плавне, без поштовхів, шийки підшипників не нагріваються. Якщо ж при змазаних роликах і бандажах барабан знаходиться у верхньому положенні і обертання його супроводжується глухим стуком і струсом всіх опор, значить, завищений кут перекосу осей опорних роликів щодо поздовжньої осі барабана. При такому положенні барабана інтенсивно зношуються робочі поверхні і бандажі.

У зимовий час обслуговування обладнання значно ускладнюється. Особливо відповідальним є пуск його після тривалої зупинки, коли мастило в підшипниках і в редукторі може застигнути. Тому перед пуском печі в

підшипники опорних роликів і в редуктор заливають розігріту мастило. В останніх конструкціях для підігріву масла в корпусі редуктора встановлені підігрівачі. У зимовий час через систему охолодження опорних роликів пропускають гарячу воду. Дуже небезпечним є аварійне припинення обертання барабана в нагрітій печі (через припинення подачі електроенергії або через вихід з ладу приводу печі): при тривалому простої без обертання може статися прогин барабана печі. Тому перед пуском її в роботу необхідно повернути барабан на 180 °, щоб ліквідувати прогин.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний контролювати роботу всього допоміжного обладнання, печі, підтримувати обладнання і робоче місце в чистоті, стежити за ущільненням аспіраційних і вентиляційних пристроїв, перевіряти наявність огорожень і заземлення.

Найбільш часто зустрічається в практиці роботи печі порушення температурного режиму. Якщо своєчасно не вжити заходів до відновлення нормального режиму печі, процес розжарювання може стати некерованим. Подібна ситуація вважається аварійною. Найчастіше до аварійного температурного режиму призводить загоряння коксу і палива в холодній голівці печі в результаті неповного згоряння його в зоні розжарювання. Щоб уникнути подальшого підвищення температури по всій довжині печі, оплавлення футерування і прогину барабана необхідно вжити таких заходів: домогтися відновної атмосфери, скоротивши до мінімуму надходження кисню повітря; по можливості збільшити харчування печі пекового коксу. Ознакою припинення горіння прожарюємо коксу є зниження температури в холодному кінці печі.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз технологічного процесу як об'єкта управління

При прокалюванні коксів в трубчасту обертову піч входять три матеріальних потоки: паливо, повітря і вуглецева сировина. Виходять два потоки - це димові гази, що містять пил і прокалений кокс.

Ефективність прокалки коксу контролюється за питомим електроопором коксу в порошку, істинної щільності і вмістом золи, при видаленні вологи і летких речовин. Питомий електроопір не повинен перевищувати 650 мкОм, дійсна густина повинна бути не менше 1,98 г / см³ для пекових коксів і 2,02 г / см³ - для нафтових, а вміст золи не більше 0,8%. Якщо вихідний продукт не буде відповідати вище зазначеним вимогам, то він повертається повторно в піч або ж йде в брак.

3.1.1. Впливи, які діють на об'єкт керування.

На технологічний процес в трубчатій печі діють збурення, джерелами яких є як мимовільні кількісні зміни вхідних величин процесу - завантаження шихти, подачі палива і повітря, розрідження в печі, так і якісні зміни цих величин.

До останніх відносяться:

- зміна фізичних властивостей і хімічного складу переробленої шихти (зміна вологості, крупності, температури шихти, вмісту корисних компонентів і шкідливих домішок);

зміна фізичних властивостей введеного в процес палива - теплоти його згоряння, вологості, ентальпії і в'язкості;

- зміни властивостей введеного в процес повітря - вологості, температури, вмісту кисню.

Крім зазначених факторів, на технологічний процес впливають збурення, пов'язані безпосередньо з конструкцією апарату.

До них відносяться:

- зміни товщини стінок барабана печі як в результаті ознак стирання обкладки, так і внаслідок утворення прилипань шихти (настилів), так як товщина стінки і її теплопровідність характеризують кількість тепла, переданого до зовнішньої поверхні барабана;

- коливання температури навколишнього повітря біля печі (температура визначає величину втрат тепла через кожух печі в атмосферу);

- зміна гідравлічного опору печі в результаті зміни ступеня заповнення печі шихтою і внаслідок утворення всередині барабана наростів;

- зміни кількості повітря, яке засмоктується через нещільності, по газоходних трактах.

Автоматичний контроль більшості із зазначених збурень дуже ускладнений, а в ряді випадків неможливий. Частота і амплітуда цих збурень також в більшості випадків невідомі. Відсутність контролю цих змінних величин ускладнює ручне управління процесом і в ряді випадків без рішення задачі компенсації частини найбільш значущих збурень не вдається забезпечити необхідних якісних показників - параметрів, що визначають якість одержуваного кінцевого продукту процесу, або роботи печі в цілому.

Кінцевий продукт може міститися або в газовій фазі, що виходить з печі через верхню головку, або у твердій фазі на виході з нижньої головки печі.

3.1.2. Аналіз керуючих дій, якими можна впливати на процес.

Основними вимогами до системи управління прокалювальною піччю є, забезпечення заданої якості вихідного продукту за умови забезпечення заданої продуктивності, тобто

$$I = I_{\text{зад.}}, \text{ При } S > S_{\text{зад.}}$$

Прокалювальна піч, як уже зазначалося раніше, відноситься до класу об'єктів автоматичного управління з яскраво вираженими розподіленими параметрами і характеризується значною тепловою інерцією (тобто великими постійними часу, і значним запізненням). Тому будь-яке порушення встановленого режиму прокалювання викликає тривалий перехідний процес, протягом якого змінюється тепловий режим печі. Це призводить до зміни розподілу температур по довжині зони розжарювання і підсушування, а отже, і до зміни якості прокалювання коксу.

Використовувати якість прокаленого коксу на виході з печі в якості регульованої величини не представляється можливим, тому що в цьому випадку має місце велике запізнювання, отже необхідно шукати непрямий параметр, який тісно пов'язаний з якістю готового продукту. Таким параметром, як показують численні дослідження є температура теплоносія по довжині печі.

Вибір оптимальної температури розжарювання дуже складний і залежить від цілого ряду чинників. Ті кокси, які мають стабільні показники істинної щільності, об'ємної усадки, реакційної здатності та ін. при порівняно низьких температурах, не потребують глибокої прокалки. У той же час кокси з нестійкими властивостями слід прожарювати при більш високій температурі. Слід, однак, враховувати, що з підвищенням температури

розжарювання зростає угар вуглецю і зменшується термін служби печі. Необхідно також прагнути до того, щоб властивості прокаленого коксуповнювача в анодній масі наближалися до властивостей коксу сполучного. Тільки при однаковій хімічній активності складових анодної маси анод в кріоліт-глиноземному розплаві буде згоряти рівномірно, а витрата анодної маси буде мінімальною. У заводській практиці в останні роки визначилися наступні температури розжарювання коксів: пекових $(1200 + 25)^\circ \text{C}$, нафтових $(1250 + 25)^\circ \text{C}$.

В якості керуючих впливів для даного об'єкта можна використовувати кількісні зміни вхідних і вихідних величин: витрати шихти; витрати палива; величини розрідження в печі.

Так як розрядження не можна міняти в широких межах отже керуючий вплив можна здійснити тільки на два матеріальних потоку - це витрата палива, в заданому співвідношенні з витратою повітря і витрата коксового шихти. Обидва регулюють впливу можна змінювати в широких межах, це дозволяє компенсувати практичний весь діапазон збурень, які порушують заданий сталий режим.

Застосування в якості регулюючого впливу зміна витрати коксової шихти в великих межах пов'язано зі зміною продуктивності печі, що неприпустимо. Це можна зробити тільки в тих випадках, коли піч не включена в безперервний виробничий процес. Слід також мати на увазі, що використання в якості регулюючого впливу витрата матеріалу призводить до великого запізнювання яке визначається часом проходження прожарюємо матеріалу через весь барабан, що ускладнює в свою чергу оперативно використовувати інформацію при управлінні.

З вище наведеного випливає, що краще процес прокалювання коксів регулювати шляхом зміни кількості теплоносія (тобто палива) або його температури на вході в піч, або обох параметрів разом, а витрата коксового шихти стабілізувати.

Діапазон зміни кількості теплоносія і його вхідний температури як уже було відзначено обмежений особливо зверху. Збільшення температури до певної межі неприпустимо з техніки безпеки і економії.

Необхідно також проводити стабілізацію тягового режиму печі, так як істотні його коливання, які часом даються взнаки на розподілі температури по довжині печі. При збільшенні розрідження зона прожарювання зміщується до верхньої головки печі і загальна довжина її збільшується, що сприяє отриманню високоякісних пропечених коксів при підвищеній продуктивності. Однак при збільшенні розрідження значно збільшується виносення дрібних частинок коксу, тобто зростають втрати коксу і, крім цього, знижується ефективність використання летючих речовин.

Швидкість газового потоку стабілізують, підтримуючи постійної величину розрідження холодного зрізу печі або в об'ємі борова, після камери холодної головки печі. Величина розрідження в борові характеризує повну витрату газового потоку неоднозначно, так як вона змінюється при зміні гідравлічного опору печі. Більш точно характеризує тяговий режим величина розрідження у зрізі нижньої головки печі. Однак його вимір і регулювання з достатньою точністю через низьке абсолютне значення параметра ($0-3 \text{ н / м}^2$) і пульсацій утруднено.

Систему регулювання розрядження будують за стандартною схемою з впливом на виконавчий механізм, що змінює положення шибера в газоході пилової камери або на регулюючий орган (заслонку, направляючий апарат), встановлений біля ексгаустера.

З порівняння статичних характеристик розрідження в пиловий камері печі в залежності від положення шибера в газоході і положення заслінки після ексгаустера (рис. 3.1) видно, що остання має більш прямолінійний характер в робочій частині і тому регулювання заслінкою біля ексгаустера більш застосовно для підвищення якості перехідних процесів в системі.

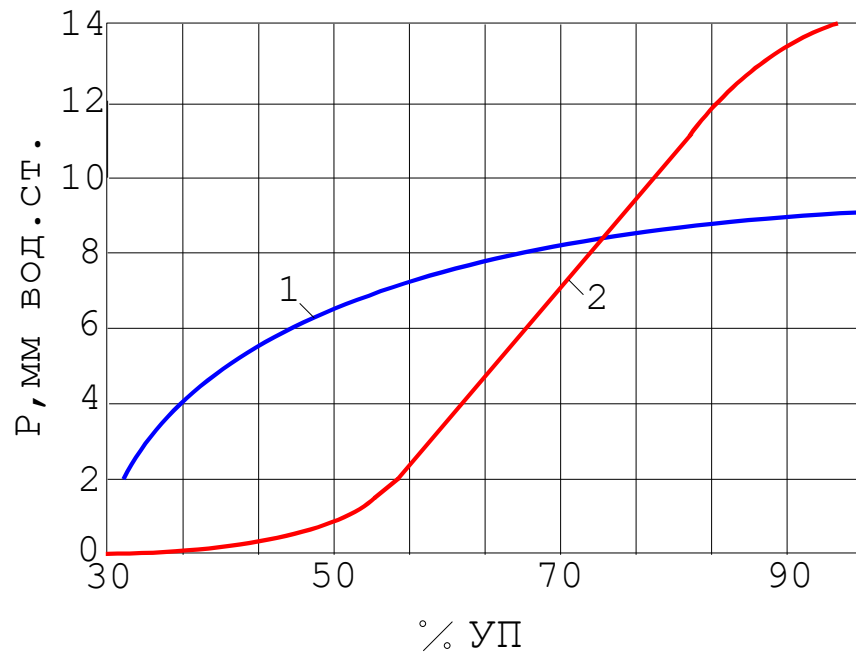


Рисунок 3.1 - Статичні характеристики розрідження в залежності від положення регулюючого органу: 1-шибера, 2-заслінки.

Крім цього, регулювання тягового режиму шляхом впливу на регулюючий орган, встановлений біля ексгаустера, більш доцільно, так як воно дозволяє безпосередньо змінити навантаження ексгаустера, в той час як вплив на шибер біля пилової камери залишає в основному недовикористаними можливості ексгаустера, який навантажується внаслідок збільшення підсосів по газохідному тракту.

Також необхідні САР підготовки і подачі палива в піч.

При використанні в якості палива мазут для нормального спалювання необхідно, щоб його температура перед подачею в форсунку становила 80-90 °С.

Зміна температури мазуту призводить до зміни його в'язкості і, отже, до зміни його витрати при постійному положенні регулюючого органу. Змінюється витрата мазуту і при зміні тиску перед форсунками. Такі мимовільні зміни витрати мазуту є значними внутрішніми збуреннями для технологічного процесу і можуть різко погіршити його перебіг.

У зв'язку з цим системи автоматичного регулювання підготовки палива повинні забезпечити підтримку заданих значень температури і тиску мазуту перед регулюючим органом.

Температуру підтримують, в основному регулюючи подачу пари на обігрів бака з мазутом і в форсунку при розпилюванні палива, а тиск за рахунок стабілізації рівня мазуту в тому ж баку або за допомогою насоса.

Системи забезпечують високу якість стабілізації тиску тільки в разі використання для подачі мазуту відцентрового насоса, так як при подачі поршневим насосом виникають досить значні коливання тиску з високою частотою, з якими регулятор не може впоратися.

Забезпечення умов повного згоряння подається в піч палива з метою отримання максимального теплового ефекту є досить важливим завданням. Нормальна робота зони горіння, як в будь-якій топці, визначається співвідношенням витрат паливо-повітря або коефіцієнтом надлишку повітря α (відношення кількості споживаного повітря до теоретично необхідного для повного згоряння палива).

Практично в силу хорошого перемішування палива з повітрям і досить великої довжини топкового простору піч працює з невеликим надлишком повітря ($\alpha = 1,1-1,15$).

Збільшення або зменшення коефіцієнта надлишку повітря веде до різкого збільшення втрат тепла (Рис. 3.2).

При збільшенні α зростають фізичні втрати тепла, викликані нагріванням зайвої кількості повітря, що буря в димову трубу. При зменшенні надлишку повітря виникають хімічні втрати тепла, викликані неповним згорянням палива при горінні в разі нестачі кисню (по реакції $2C + O_2 = 2CO$ звільняється тільки 30 % тепла, що виділяється по реакції $C + O_2 = CO_2$) і винесенням в димову трубу окису вуглецю і інших горючих компонентів. При ще більш значному нестачі повітря з'являється і

механічний недопал (коли частина палива проходить зону горіння, не вступивши в реакцію з киснем повітря).

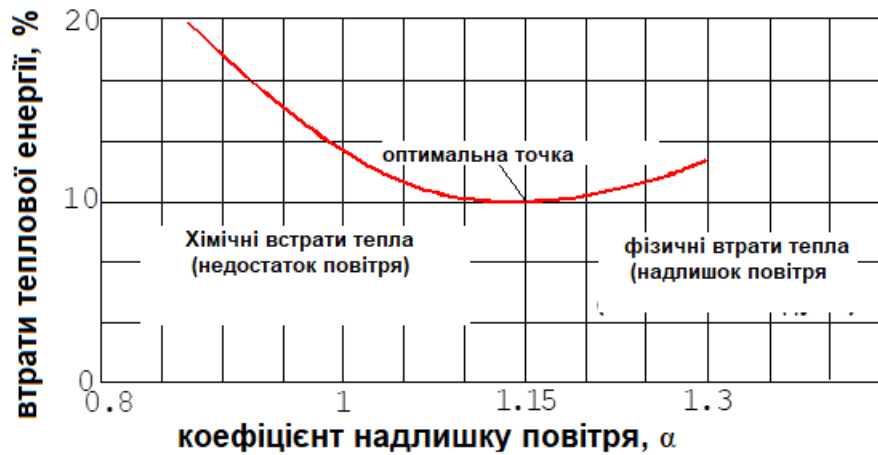


Рисунок 3.2 - Залежність втрат тепла від коефіцієнта надлишку повітря

Крім перерахованих недоліків, неповне згоряння палива призводить, до утворення приварних кілець в зоні спікання або поблизу неї, що значно порушує режим роботи печі. Крім цього, накопичення продуктів вуглецю в холодній частині печі може привести до вибуху при підсосі в цю частину печі повітря.

Безпосередній автоматичний контроль коефіцієнта надлишку повітря представляється скрутним, тому в першому наближенні його стабілізацію здійснюють, підтримуючи витрату палива і газу в заданому співвідношенні.

Як правило, провідним параметром є витрата палива, кількість якого регулюється відповідно до вимог технології процесу для забезпечення температурного режиму в зонах печі. Кількість повітря змінюється відповідно до зміни витрати палива.

Однак стабілізація співвідношення витрат паливо-повітря не забезпечує стабільності коефіцієнта надлишку повітря внаслідок зміни фізичних і хімічних властивостей палива і повітря. Тому необхідна корекція цього співвідношення. Побічно коефіцієнт надлишку повітря може бути

визначений за результатами аналізу газів, що відходять. Як видно з діаграми (рис. 3.3), вміст CO_2 неоднозначно залежить від коефіцієнта надлишку повітря вміст CO дорівнює нулю у всьому робочому діапазоні зміни α і тільки вміст кисню однозначно визначає шуканий параметр. Таким чином, непрямим показником коефіцієнта надлишку повітря може служити вміст кисню в газах.

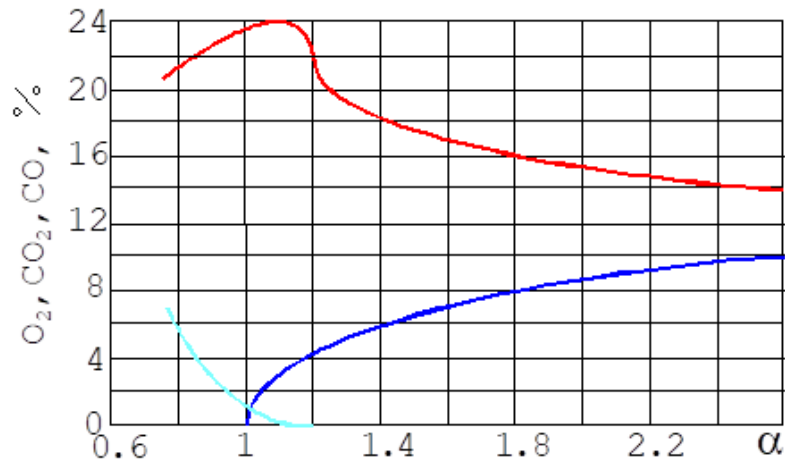


Рисунок 3.3 - Зміна складу газів, що відходять в залежності від коефіцієнта надлишку повітря.

Для запобігання впливів, що збурюють, пропонується коригувати зміни витрати повітря в піч, відповідно до інформації про концентрацію кисню у відхідних газах.

3.2. Постановка завдання управління і структури управління.

3.2.1. Завдання управління.

На підставі проведеного аналізу в пункті 3.1. для даного об'єкта завдання управління з урахуванням критерію та обмежень можна сформулювати в наступному вигляді:

$$I = I_{\text{зад.}}, \text{ При } S > S_{\text{зад.}},$$

де I -якість готового продукту, S -продуктивність печі.

I відповідно $TV = TV$ зад. ,

при

$Q_{\text{пов.}} < Q_{\text{пов. зад.}}$,

$Q_{\text{топл.}} < Q_{\text{топл. зад.}}$

$T_{\text{топл.}} = T_{\text{топл. зад.}}$

$Q_k < Q_k$ зад.

$R_{\text{розр.}} = R_{\text{розр. зад.}}$

$CO_2 = CO_2$ зад.

$R_{\text{топл.}} = R_{\text{топл. зад.}}$

З викладених виразів видно, що якість готового продукту при заданій продуктивності печі регулюється зміною кількості теплоносія і його вхідної температури, а також проводиться стабілізація:

1. температури мазуту і його фізичних параметрів (в'язкості, калорійності, і вологості);
2. величини дозування коксу;
3. величини тягового режиму (розрідження у верхній і нижній головках печі);
4. концентрації кисню в димових газах, відповідно до завдання технологічного процесу;
5. тиску подаваного мазуту в піч.

3.2.2. Реалізація завдання регулювання.

Реалізацію названого вище завдання - регулювання режиму розжарювання в трубчатій обертовій печі, можна здійснити наступною САР.

Для підтримки на заданому рівні температури теплоносія в камері змішувача за рахунок впливу на витрату повітря, що надходить в піч, застосуємо структурну схему, зображену на рис. 3.4.

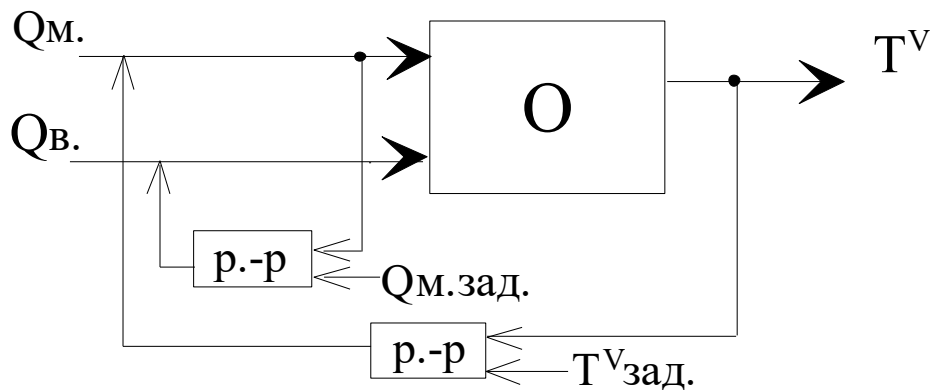


Рисунок 3.4 - Структурна схема регулювання температури теплоносія.

Процес регулювання протікає в такий спосіб.

Якщо температура всередині печі знижується, то регулятор збільшує подачу палива. Це призводить до підвищення температури в камері змішувача, в наслідок чого іншого регулятор відкриває заслінку і збільшує витрату повітря, поки температура теплоносія не прийме задане значення.

3.3. Алгоритм управління.

Для реалізації системи управління процесом, нами розроблений алгоритм.

За алгоритмом управління, представленому на рис. 3.5 написано програмне забезпечення АСУТП, яке здійснює збір і первинну обробку інформації, а також корекцію технологічних параметрів забезпечують задану якість кінцевого продукту. Всі розрахунки, що здійснюються в алгоритмі, виводяться на монітор комп'ютера.



Рисунок 3.5 – Алгоритм роботи системи керування

3.4. Функціональна схема локальної системи автоматизації.

3.4.1. Перелік основних ситуацій, що призводять до аварійної

зупинки:

- відсутність товарного сировини;
- відсутність необхідного тиску мазуту;
- відсутність необхідного тиску повітря;
- відсутність необхідного розрядження на виході з печі;
- згасання полум'я пальника;
- температура в печі вище норми;

Порядок аварійної зупинки печі визначається характером аварійної ситуації.

При відключенні електроенергії в цеху рекомендується використовувати двигун внутрішнього згоряння для поступового охолодження і зупинки печі, а також запобігання її прогину.

3.4.2. Вибір контролера.

Для реалізації спроектованої АСУТП необхідно зробити вибір мікропроцесорного контролера (МПК), який задовольняє наступним чотирьом основним вимогам:

- здатний реалізувати за допомогою програмного забезпечення алгоритм управління;
- може здійснювати збір, попередню обробку інформації, впливати на об'єкт управління і регулювання в складі розподільних ієрархічних АСУТП .;
- має можливість запам'ятовувати добову інформацію і при необхідності виводити її на друк за допомогою принтера;
- повинен відповідати економічним вимогам.

З відомих мені МПК найбільш оптимальним є Siemens S7-300.

Siemens S7-300 зарекомендував себе як один з найкращих і надійних контролерів, що випускаються в усьому світі.

При всій повазі до вітчизняної техніки, не один з відомих мені контролерів не здатний скласти гідну конкуренцію Siemens S7-300 в плані надійності виконання поставленого завдання, точності і швидкості.

3.4.3 Технічний опис Siemens S7-300. Установка.

Система автоматизації S7-300 складається з великого пакета програм розрахованих на роботу в середовищі Windows 95 / NT на персональному комп'ютері класу AT 486 або Pentium с ОЗУ 16МГб, 120МГб HDD, і

безпосередньо самого контролера в комплект якого входить блок живлення, центральний процесорний пристрій та модулі введення-виведення.

3.4.3.1 Компоненти S7-300

Щоб побудувати і запустити програмований контролер S7-300 є цілий ряд компонентів:

Профільна шина (Rack) - є носієм модулів для S7-300 і служить для прокладки екрану, проводів і кріплення в стійках цехів.

Блок живлення (PS) - перетворює напругу мережі (AC 120 / 220В) в робочу напругу (DC 24В) для харчування S7-300, а також для електроживлення ланцюгів навантаження інтерфейсних модулів.

CPU - центральний процесор модулів. Виконує програму користувача; дає харчування 5В на розташовану в задній частині модулів шину S7-300; за допомогою інтерфейсу MPI обмінюється інформацією з іншими абонентами мережі MPI. Може бути різних моделей і може виступати в якості ведучого або веденого пристрою.

Сигнальні модулі (SM) - адаптують різні рівні технологічного сигналу до S7-300. Це модулі цифрового введення / виводу, аналогового вводу / виводу, релейні виходи.

Функціональні модулі (FM) - автономно працюючі модулі для критичних до часу і вимагають багато пам'яті завдань обробки сигналу процесу (таких як позиціонування або регулювання).

Комунікаційний процесор (CP) - розвантажує CPU від завдань пов'язаних з комунікаціями по зовнішній шині ProfyBus та інших.

З'єднувач (Simatic Top connect) - для електромонтажу цифрових модулів на профільній шині (Rack).

Інтерфейсний модуль (IM) - з'єднує окремі ряди один з одним якщо не вистачає довжини профільної шини (Rack).

Кабель шини ProfiBus - з'єднує користувачів підмережі MPI або ProfiBus один з одним.

Повторювач RS-485 - для посилення сигналів в підмережі MPI або ProfiBus якщо довжина кабелю перевищує гранично допустиму.

Програматор з пакетом програм (PG або PC) - для конфігурації, параметрування, програмування і тестування.

Операційний дисплей (OP) - включається в мережу ProfiBus і дозволяє без участі PG контролювати технологічний процес, коригувати і виправляти непередбачені помилки безпосередньо на місці поруч з технологічним обладнанням.

Модуль пам'яті (FEPRM) - для розширення робочої пам'яті CPU. У ній зберігається прикладна програма, параметри для CPU, параметри визначають поведінку модулів. Встановлюється в корпус CPU.

Всі перераховані компоненти мають свій статус: необхідні для мінімальної роботи і додаткові для розширення функціональних можливостей комплексу.

3.4.3.2 Побудова системи S7-300

Найбільш простий варіант конфігурації системи це: один CPU, один PG, , декілька одиниць сигнальних модулів, блок живлення до них (монтується і з'єднується на базі однієї профільної шини), кабель PG-CPU для реалізації інтерфейсного зв'язку.

Дана система управління відноситься до інтелектуального і інтерактивного класу. Її інтерфейс зручний і зрозумілий простому користувачеві середовища Windows. Великі можливості програмного забезпечення в поєднанні з можливостями модулів введення / виведення роблять дану систему майже універсальною.

Майже всю різноманітність обладнання системи S7-300 перераховано нижче:

CPU - 312 / 312IFM / 313/314 / 314IFM / 315 / 315-2DP - процесори

IM - 360/361/365 - інтерфейсні модулі

SM - 321/322/323 - модулі цифрового введення (виведення)

SM - 331/332/334 - модулі аналогового вводу (виводу)

SM - 374 - імітаційний блок (для налагодження і тесту програм)

PS - 307 - блок живлення

OP - 1/2/3 - операторні дисплеї

За кожним номером блоку в залежності від додаткового літерного індексу блоки поділяються за спеціальними характеристиками:

-кількість входів

-кількість виходів

-кількість входів / виходів

-тип виходу цифрової / релейний

-по споживаній (видається) потужності

-по ОЗУ, по архітектурі і т.п. (Для CPU)

Вибравши необхідний процесор (а), модулі, приступають до монтажу всіх елементів на профільній шині. При необхідності об'єднують в мережі, керуючись правилами механічного та електричного монтажу. Всі правила зведені в таблиці для кожного пристрою. У них описані як і з якими зусиллями прикріплювати модулі на шину, а шину, дотримуючись необхідних відстані меду самими блоками і силовими (сигнальними) кабелями, в спеціальних шафах цеху (заводу) звідки будуть йти всі сигнали на і від технологічного обладнання.

Першим на профільну шину (зліва на право) встановлюється блок живлення, процесор, інтерфейсний модуль (якщо є), сигнальні модулі в довільній послідовності (з міркувань раціональності розведення проводів) не забуваючи при цьому з'єднувати блоки між собою шинним з'єднувачем. При

правильній компановке і інсталяції ПО система починає працювати відразу після включення. Після завантаження програм в CPU він готовий до роботи.

Також обираємо

a) Блок живлення PS 307,2A

b) Процесор CPU 314.

Головною частиною програми є блок циклічного виконання "OB1". Він першим записується в пам'ять і першим починає виконання. З нього вже викликаються інші блоки програми і функції.

При роботі з модулями процесор для кожного з них виділяє область пам'яті в яку він пише дані від модулів або в модулі, а вже потім ця пам'ять відображається на входах / виходах модулів. Ця ділянка пам'яті так і називається - область відображення.

c) Модуль аналогового введення SM331

d) Модуль аналогового виведення.

Він дозволяє в будь-який момент часу перетворити сигнал з цифрового виду в аналоговий і передати його на керуючий механізм.

3.4.4. Розташування і установка модулів.

Всі перераховані модулі встановлені на профільній шині в наступній послідовності і їм присвоєні свої робочі адреси:

PS - блок живлення, без адреси

CPU - процесор, MPI = 2

аналоговий вхід, адреси 304,305,306,307

аналоговий вихід, адреси 372,373,374,375

Адреси задаються автоматично при створенні конфігурації апаратури в даному проекті і не можуть бути змінені. Кріплення модулів до несучої металевої шині здійснюється за допомогою упорів на корпусі модуля і одного гвинта, закручувати через отвір в модулі в гніздо шини. Перед

установкою 1_го модуля необхідно його шинний з'єднувач вставити в гніздо ще не встановленого процесора. Поставити процесор на місце. Вставити з'єднувач 2_го модуля в 1_й і встановити 1_й модуль поруч з процесором так, щоб 1_й модуль сів на свою шину, виведену з під корпусу процесора. Так один за одним модулі з'єднуються до тих пір, поки не скінчиться шина або поки необхідне нарощування модулів. В останній модуль шинний з'єднувач вставляєте.

Після установки модулів, блок живлення з'єднується з процесором спеціальної П образної силовий шиною. До блоку живлення підводяться дроти і закріплюються на його задній шині. Встановлюється напруга живлення від мережі змінного струму - 110 або 230В. Підключається і фіксується гвинтами інтерфейсний кабель PG / CPU.

Вхідні і вихідні дроти механічно прикріплюються гвинтами до знімного фронтштекеру і можуть розлучатися в обидві сторони від нього. Для кожного фронтштекера (модуля) існує список рекомендованих проводів, які можуть приєднуватися до нього. Це дроти різного перетину, в різній ізоляції і екранування.

Після всіх виконаних операцій встановлюють програмне забезпечення, конфігурують порт зв'язку в меню Windows «настройки» (швидкість передачі і номер СОМ порту). Після цього програмований контролер SIMATIC S7-300 готовий до роботи.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1. Визначення питомої електричного опору пекового коксу

Суть методу описана в ГОСТ 4668-75. Підготовлену пробу пекового коксу з мірного циліндра за допомогою спеціальної воронки завантажують рівномірної цівкою протягом 15 ... 30 з в матрицю (рисунок 4.1) зі вставленим нижнім пуансоном. Обсяг випробуваного матеріалу підбирають індивідуально таким чином, щоб висота спресованого в матриці стовпчика становила $(18,0 \pm 1,0)$ мм. Рекомендований обсяг пекового коксу для випробування - $(4,3 \pm 0,1)$ см³

У матрицю з матеріалом вставляють верхній пуансон і встановлюють її на шток без струшування і втрамбовування. на головку верхнього пуансона надягають центруючу чашку навантажувального гвинта і обертанням рукоятки ущільнюють матеріал в матриці. момент навантаження визначають по індикатору. У навантаженому стані площину верхнього торця матриці повинна знаходитися в межах контрольного паска на верхньому пуансоні.

Після закінчення 20 ... 60 с після накладення тиску потенційні зонди підключають до вимірювального ланцюга (рисунок 4.2). Пропускають струм не більше 0,5 А і відраховують по мілівольтметру падіння напруги.

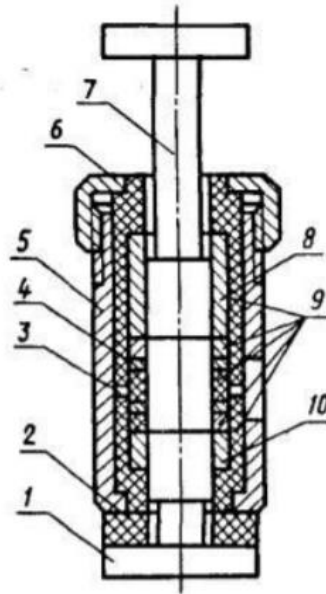


Рисунок 4.1 - Матриця: 1 - нижній пуансон; 2 - ізоляційна шайба; 3 - нижній потенційний зонд; 4 - верхній потенційний зонд; 5 - корпус; 6 - гайка; 7 - верхній пуансон; 8 - верхній струмовий зонд; 9 - ізоляційні втулки; 10 - нижній струмовий зонд.

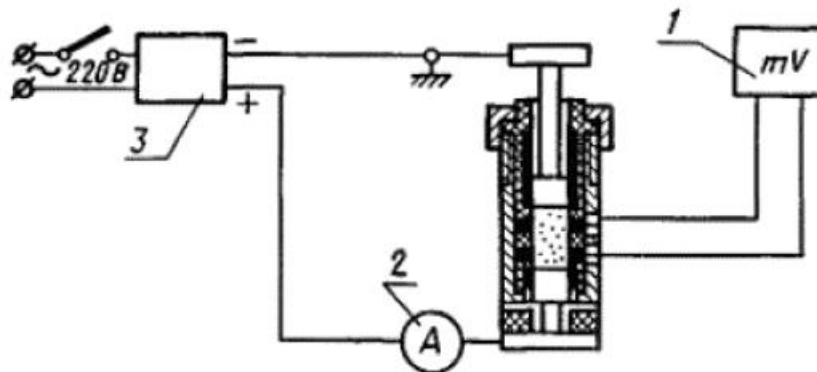


Рисунок 4.2 - Схема вимірювального ланцюга: 1 - мілівольтметр; 2 - амперметр; 3 - джерело живлення.

Питомий електричний опір ρ (Ом м) зразка обчислюють 2 рази і визначають за формулою:

$$\rho = \frac{U \cdot S}{I \cdot l}, \quad (4.1)$$

де U - падіння напруги між струмовими зондами, В;

I - сила струму, А;

S - площа поперечного перерізу виробу, м²;

l - відстань між потенційними зондами, м.

4.2. Визначення дійсної густини графіту

Суть методу полягає у визначенні відношення маси випробуваного продукту (графіту) до маси витіснене рідини (гас і кип'ячена дистильована вода), взятих в певному обсязі при однаковій температурі. Щільність графіту в г / см³ обчислюють за формулою:

$$\rho = \frac{\rho_1(m_2 - m_1)}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \quad (4.2)$$

де ρ_1 - щільність гасу при 20 ° С, г / см³;

m_2 - маса пікнометра з графітом, г;

m_1 - маса порожнього пікнометра, г;

m_3 - маса пікнометра з гасом, г;

m_4 - маса пікнометра з графітом і гасом, г

4.3. Визначення золи в графіті

Наважку графіту масою 0,5 ... 5 г (в залежності від передбачуваної зольності) поміщають в попередньо прокалений до постійної маси при (900 ± 100) ° С порцеляновий човник або тигель, поступово нагрівають в електричній печі до (900 ± 100) ° С і витримують при цій температурі не менше 1 год. Допускається проводити озолення графіту в присутності газоподібного кисню. Човник або тигель з зольним залишком виймають з електричній печі, охолоджують в ексікаторі і зважують. Прожарювання зольного залишку повторюють по 15 хв, поки різниця в масі при двох

послідовних зважуваннях не перевищуватиме 0,001 г. Для розрахунку беруть останнім показання зважування.

Графік (рисунок 4.3) показує, що в інтервалі 10 ... 20% і 34 ... 36% сажі підвищення дійсної щільності напівкоксу не настільки явно, ніж в інтервалі 20 ... 34% сажі, що також підтверджує, зроблений вище висновок, про те, що збільшення кількості сажі адитивно впливає на дійсну щільність напівкоксу.

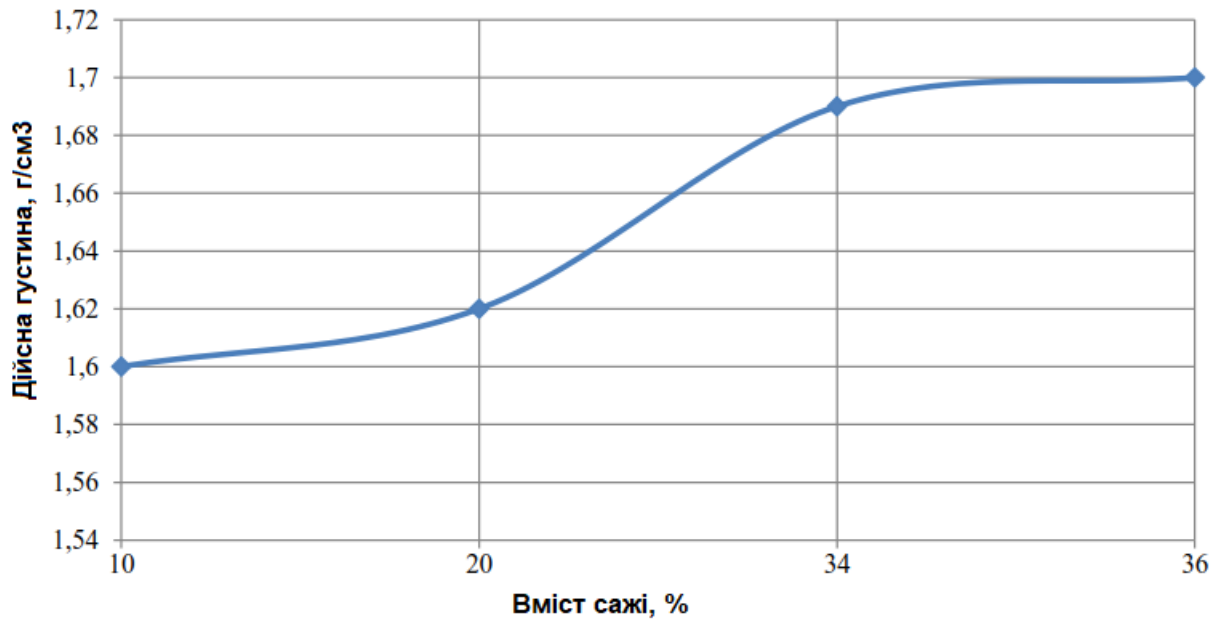


Рисунок 4.3 - Графік залежності дійсної щільності напівкоксу від змісту сажі.

На малюнку 4.4 показано, як змінювалася дійсна щільність зразків, починаючи з напівкоксу, і закінчуючи графітом.

Аналіз графіка показує, що дійсна щільність напівкоксу проби № 1 була найнижчою з усіх зразків, проте графіт, виготовлений з даної проби, навпаки, відрізнявся максимальним значенням. Мабуть, це пов'язане з тим, що присутність сажі сприяє формуванню сферолітової складової, яка негативно впливає графітованість вуглецю.

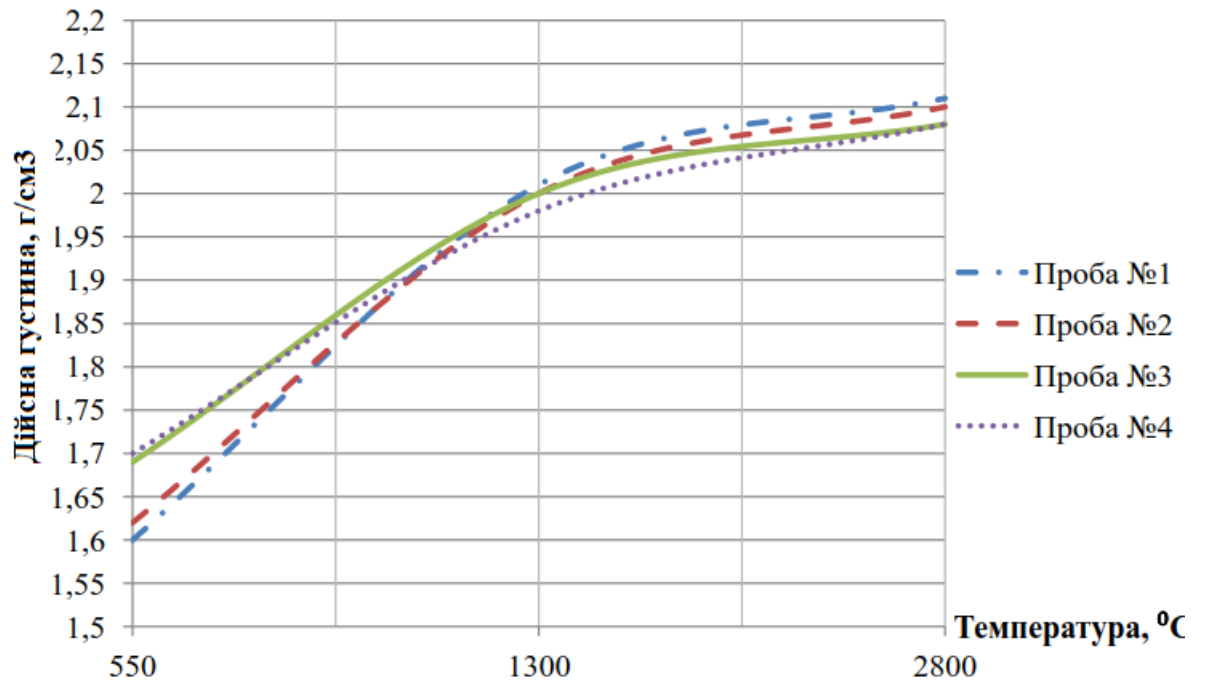


Рисунок 4.4 - Графік залежності дійсної щільності проб від температури

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Структурна схема ктс

АСУТП прокалки розробляється як відкрита система. Це означає, по-перше, що вона повинна мати можливість включатися в якості функціональної підсистеми в систему управління більш високого рівня, автоматичну систему управління виробничим процесом всього ЦАМ, а далі, електролізного цеху і всього заводу. По-друге, вона повинна передбачати можливість функціонального розширення і модернізації, як за рахунок включення в неї нових функціональних підсистем, так і за рахунок математичного та програмного опис системи з новими функціями і комплексами завдань.

Комплекс технічних засобів АСУТП повинен забезпечувати:

- збір технологічної інформації від датчиків технологічних параметрів в аналоговій і дискретній формі і передачу інформації по каналу зв'язку в обсязі і зі швидкістю забезпечувати надійне і своєчасне виконання завдань управління;
- утворення аналогових сигналів, придатний для використання в робочих механізмах;
- безперервне оцінювання стану технологічного об'єкта управління з видачею інформації на місцеві дисплеї;
- безперервне автоматичне керування технологічним об'єктом управління в реальному часі протікання процесу;
- можливість введення в систему необхідних керуючих сигналів і команд за допомогою функціональної і технологічної клавіатури;
- автоматичне керування блокуваннями в разі передаварійних і позаштатних ситуацій;

- З урахуванням вимог відкритості системи та можливості її подальшого розвитку приймаються наступні принципи побудови АСУ ТП виробництва:

- засоби автоматики, що використовуються в АСУТП, повинні будуватися з урахуванням модульного принципу і, забезпечуючи можливість розвитку структури системи при модернізації і розширенні завдань управління в системі в цілому і в її функціональних підсистемах;

- програмне та інформаційне забезпечення системи повинно забезпечувати зміна їх конфігурацій і можливе розширення за рахунок введення в систему нових завдань і програмних модулів.

5.1.1. Вимоги до видів забезпечення асутп прокалювання.

Вимоги до технічного забезпечення.

До складу програмно-технічного комплексу АСУТП розжарювання повинні включатися:

- технічні засоби локальної автоматики (первинні датчики інформації, перетворювачі сигналів, вторинні прилади, регулюючі органи і виконавчі механізми), що забезпечують вимір і передачу в функціональні підсистеми АСУТП значення аналогових і дискретних технологічних параметрів з точністю, що забезпечує надійне рішення функцій. Зазначені локальні засоби автоматики повинні надійно працювати в умовах агресивного середовища і температурних режимах від -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$;

- програмно-технічні комплекси передачі аналогових сигналів від датчиків по каналах локальних обчислювальних мереж і введення в мікропроцесорні керуючі станції, а також утворення керуючих сигналів, які впливають на виконавчі механізми;

- програмно-технічні комплекси на основі сучасних мікропроцесорних промислових обчислювальних керуючих систем, що забезпечують надійну,

повну і своєчасну реалізацію основних і додаткових системних функцій. Зазначені мікропроцесорні керуючі програмно-технічні комплекси повинні мати підвищену технічної та функціональної надійності;

- програмні та технічні засоби організації локальних обчислювальних мереж передачі даних від первинних джерел інформації, а також для зв'язку мікропроцесорних керуючих комплексів між собою в єдину розподілену автоматизовану систему управління;

- програмно-технічні засоби організації людино-машинного інтерфейсу і взаємодії оперативного персоналу з комплексом технічних засобів автоматизованої системи управління процесом прокалки коксів.

- Технічні та програмні засоби, що використовуються в складі АСУТП розжарювання повинні мати наступні функціональними і експлуатаційними характеристиками:

- забезпечувати безперервний цілодобовий режим управління процесом;

- забезпечити автоматичний режим управління технологічним процесом з видачею повної і достовірної інформації оперативному персоналу виробництва на автоматизовані робочі місця операторів (диспетчерів) і місцеві дисплейні станції;

- забезпечити дублювання основних функцій управління мережами ProfiBus-DP від різних керуючих обчислювальних станцій (програмованих контролерів Siemens S7-300);

- мати показники технічної надійності окремих вузлів і елементів комплексу технічних засобів не гірше 0.9 і час відновлення відмовили блоків не більше двох годин.

5.1.2. Вимоги до надійності.

Автоматизована система управління технологічним процесом прокалки (АСУТП) повинна забезпечувати безперервне, цілодобове, надійне управління технологічним об'єктом в автоматичному (основному) і в інформаційно - ради (допоміжному) режимах на всіх етапах технологічного процесу, включаючи несталі перехідні режими пуску і зупинки, а також автоматичне управління блокуваннями при виникненні нештатних і передаварійних ситуацій. При цьому на етапах пуску і зупинки система управління повинна забезпечити ненаголошений перехід з ручного управління на автоматичне і назад, а також оптимальний за швидкістю режим роботи установки, а в сталому стаціонарному режимі функціонування технологічного об'єкта - оптимальне управління процесом по заданому критерію.

Надійність функціонування АСУТП розжарювання в цілому і її функціональних підсистем визначається:

- надійністю роботи комплексу технічних засобів системи;
 - надійністю функціонування системи програмного та інформаційного забезпечення АСУ, а також якістю рішення нею завдань управління;
 - повнотою, якістю і своєчасністю подання інформації про стан технологічного об'єкта управління оперативного персоналу, що експлуатує систему.
- Надійність роботи комплексу технічних засобів АСУТП прокалки характеризується:
- часом безвідмовної роботи, (напрацюванням на відмову) окремих складових комплекс елементів (технічних вузлів), а також всього комплексу технічних засобів в цілому;

- ремонтпридатністю окремих елементів і всього комплексу технічних засобів в цілому, який визначається повним часом відновлення елемента, вузла або комплексу технічних засобів в цілому в разі виходу його з ладу;

- стійкістю комплексу технічних засобів, т. Е. Здатністю його виконувати основні функції управління в разі виходу з ладу деяких блоків або елементів. Час безвідмовної роботи окремих основних електронних вузлів і блоків комплексу технічних засобів АСУТП розжарювання повинно бути не менше 50 тис. Годин напрацювання на відмову, а час безвідмовної роботи елементів локальної автоматики - не менше 45-53 тис. годин напрацювання на відмову.

Час відновлення працездатності комплексу технічних засобів АСУТП в разі відмови одного з його вузлів (елементів) має забезпечити збереження сталого управління і реалізацію найбільш важливих функцій системи без порушення нормального протікання процесу. Технічні засоби автоматики повинні мати модульний (блочний) принцип організації і забезпечувати ремонт шляхом швидкої заміни відмовили блоків на справні з подальшим відновленням несправних блоків.

Надійність функціонування програмного забезпечення АСУТП характеризується ймовірністю надійного функціонування (без збоїв) системи програмного забезпечення протягом заданого технологічного часу. Значення даного параметра надійності має уточнюється на етапі його налагодження в процесі дослідної експлуатації.

5.1.3. Характеристика структури комплексу технічних засобів АСУ.

Локальна система управління процесом прокалки коксов організовується на базі існуючих в даний час локальних засобів автоматики і промислового контролера Siemens S7-300.

В рамках локальної системи реалізуються наступні функції:

- збір і обробку аналогової інформації;
- управління системами регулювання;
- висновок на дисплей інформації про хід процесу;

5.1.4. Характеристика структури комплексу засобів управління ділянки прокалювання.

АСУТП ділянки прокалки вирішує наступні завдання:

- збір і первинна обробка технологічної інформації, що надходить від технологічних об'єктів управління;
- адаптація виробленої стратегії оптимального управління процесом прокалки стосовно конкретно що складається фактичним умовам протікання процесу;
- безперервне управління технологічним процесом прокалки в автоматичному режимі, який є основним, а також в автоматизованому (інформаційно - Рада) і в ручному режимах;
- уявлення оперативному персоналу інформації про стан технологічного об'єкта у вигляді і обсязі, достатніх для безперервного ефективного управління в автоматичному, інформаційно ради або ручному режимах;
- забезпечення інформаційної взаємодії з підсистемами верхнього рівня;

- оцінка стану технологічного процесу;
- Розробка та ведення математичних моделей процесів, їх коригування залежно від мінливих обставин, властивостей сировини і матеріалів;
- розробка стратегії оптимального управління процесом і доведення її у вигляді конкретних управлінь до автоматизованих систем;
- організація людино-машинного інтерфейсу в системі, безперервне надання оперативної інформації про стан технологічного об'єкта управління на монітор оперативного персоналу у вигляді і в обсязі, достатніх для своєчасного і якісного вирішення завдань управління;
- забезпечення інформаційної взаємодії з паралельними взаємодіючими АСУТП.

5.2 Програмування контролера

Починаємо програмування контролера з вибору заліза.

Після початкового створення проекту програмувати в ньому поки не можна, тому що не задана конфігурація (склад) контролера. До складу даного контролера входять наступні модулі: блок живлення, сам процесор, блок аналогового входу і блок аналогового виходу.

Для завдання конфігурації необхідно в лівій частині вікна проекту (рис. 5.1) подвійним Клацанням лівої кнопки миші відкрити папку SIMATIC 300 Station.

У правій частині вікна з'явиться файл Hardware. Він є програмою для вибору конфігурації. Двійним клацанням лівої кнопки миші відкрити файл Hardware.

З'явиться вікно для завантаження компонентів контролера. Воно містить вікно, розділене умовно на два. У верхньому міститься лише ім'я модуля, а в нижньому не тільки ім'я, але і його заводський номер, адреса

многоточечного інтерфейсу для зв'язку з іншими модулями, адреси входів і виходів.

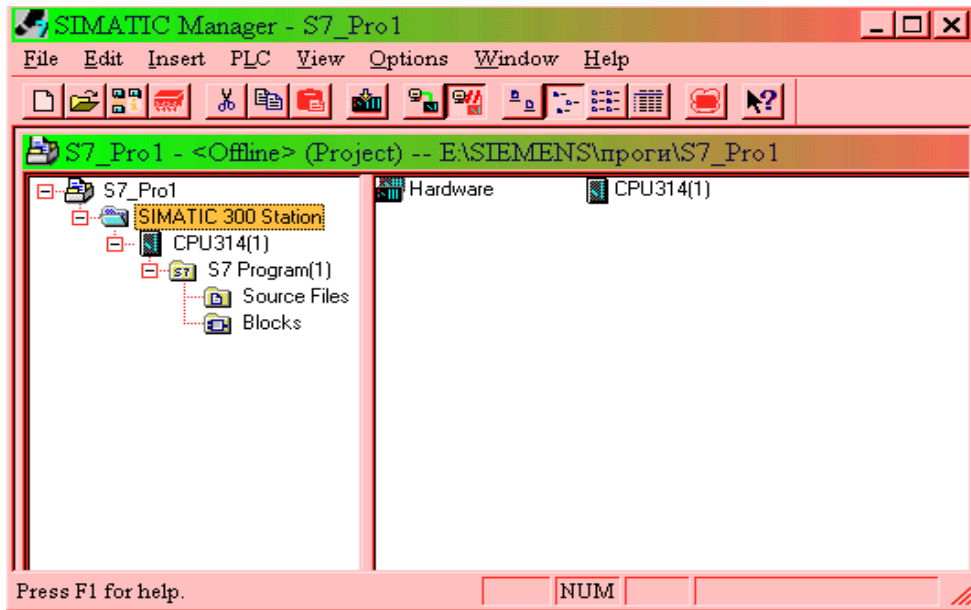


Рисунок 5.1 - Вікно проекту.

У командному рядку відкрити функцію Insert, в спливающем меню вибрати команду Hardware Components, або вибрати в рядку інструментів іконку Catalog. Виробляємо вибір необхідної конфігурації контролера. (Рис. 5.2)

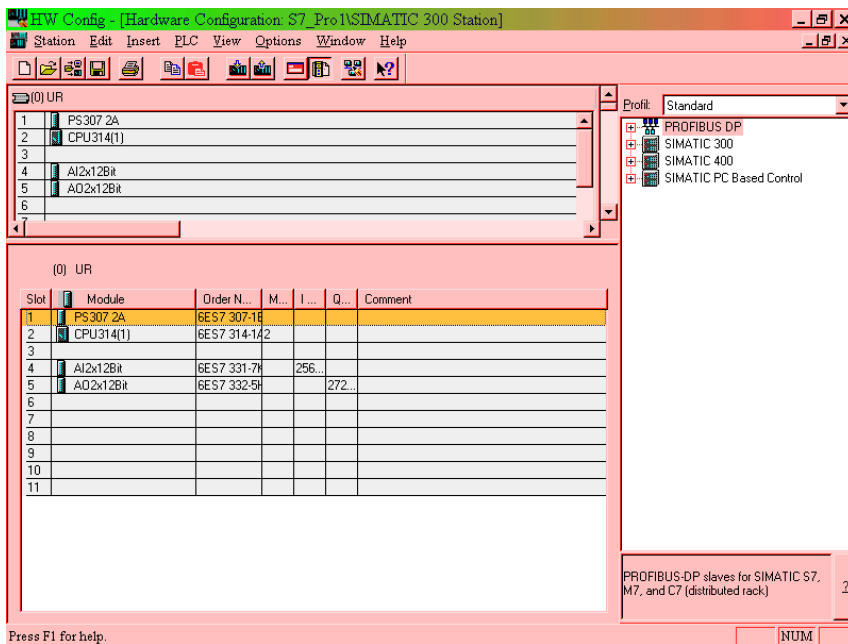


Рисунок 5.2 - Вікно програми Hardware Catalog із заданою конфігурацією програмування

Все програмування здійснюється на основі лінійної програми на мові контактного плану FBD. Для початку програмування необхідно відкрити папку Blocks (Рис. 5.3).

Рисунок 5.3. Вікно проекту з відкритою папкою Blocks.

Далі необхідно встановити потрібну мову програмування.

У командному рядку подвійним натисканням лівої кнопки миші відкрити файл OB1. Перед вами з'явиться вікно відкрити функцію View, в спливающем меню обрати ту мову, який необхідний (LAD (KOP), STL (AWL), FBD) .В нашому випадку це FBD.

Після проведення вищеописаних дій можна приступити до безпосереднього занесенню програми.

З програмних елементів складаємо програму, яка здійснює виконання конкретного завдання.

В даному дипломному проекті буде розглянуто приклад автоматизації технологічного процесу, а саме підтримання температури в зоні розжарювання печі за допомогою регулювання подачі мазуту і, відповідно до неї, регулювання подачі повітря і пара, а також підтримки заданої різниці температур в зоні розжарювання і зоні охолодження за рахунок зміни розрідження в печі.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Організація охорони праці при експлуатації печей

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог ГОСТ 12. 0.004 - 79, який встановлює порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними

параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

6.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення.

Згідно ПУЕ 1.7.65 допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електрошліфувальні установки, тощо). Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електроприймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог ПУЕ струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електроприймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електроприймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках

під'єднувати корпуси електроприймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електроприймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електроприймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електрозволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно до ГОСТ 12.4.124-83, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

6.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{заз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевій полосі, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.}$$

r_B - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_T = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір аземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_T + R_{II} \eta_B n) = 3.9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_{II} - опір поперечних заземлювачів.

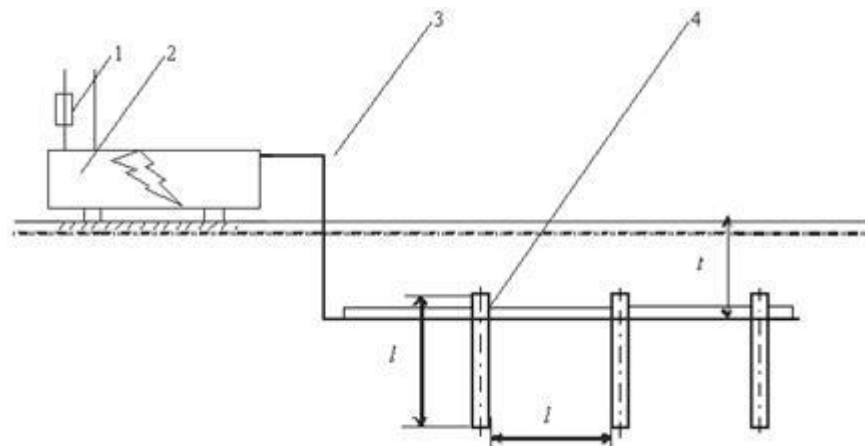


Рисунок 5.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

$\rho_{\text{г}}$ – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_0}$$

де $R_д$ – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R_o	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною 26.

6.4 Розрахунок стійкості об'єкта до вибуху газо-повітряної суміші

Оцінити стійкість котла до дії вибуху газоповітряної суміші.

Характеристика котла:

- довжина 5,5 м;
- ширина 4,2 м;
- висота 4,1 м;
- об'єм топочного простору 19 м³.

Визначимо можливий надмірний тиск ударної хвилі в топочному просторі котла.

У вогнищі вибуху газоповітряної суміші створюються зони:

1 - зона дії детонуючої хвилі, радіус

$$r_1 = 17,5 \cdot Q^{1/3} = 17,5 \cdot 0,001^{1/3} = 2,3 \text{ м}$$

(об'ємна доля газу у повітрі при якій відбувається вибух становить 5%, тобто 1 м³ топчного простору; маса 1 м³ газу становить приблизно 1 кг);

Надлишковий тиск у цій зоні приймаємо

$$\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа.}$$

2- зона дії продуктів вибуху, радіус

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1 = 1,7 \cdot 2,3 = 3,9 \text{ м;}$$

Надлишковий тиск –

$$\Delta P_2 = 1300 \left(\frac{2,3}{3,9} \right)^3 + 50 = 505 \text{ кПа.}$$

В даному випадку при відсутності або несправності вибухових клапанів може відбутися повне зруйнування котельного агрегата, оскільки повні зруйнування котлів наступають при надлишковому тиску понад 150 кПа.

Для попередження виникнення вибухів необхідно застосувати високонадійну систему автоматичного захисту котельного агрегата (для відсікання подачі газу до топки котла при погасанні полум'я факелу будь-якого з пальників).

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В роботі було розроблено та оптимізовано роботу автоматизованої системи керування процесом формування прокаленого коксу. Виконано наступні завдання:

Проаналізовано основні властивості коксів;

Вивчено основні методи проведення процесу прокалки коксу в обертовій печі;

Розроблено функціональну схему автоматизованої системи;

Вибрано обладнання для автоматизованої системи;

Досліджено роботу системи керування;

Розроблено алгоритм роботи системи керування.

В ході роботи були максимально використані останні досягнення в теорії автоматичного управління, а також новітні контрольно-вимірювальні прилади і обчислювальна техніка.

Всі ці заходи дали можливість не тільки підвищити продуктивність праці і скоротити чисельність обслуговуючого персоналу, а й забезпечити збільшення коефіцієнта корисної дії агрегату, знизити питомі витрати палива, сировини, підвищити безпеку праці, збільшити міжремонтний період роботи обладнання в результаті більш суворого дотримання режиму розжарювання і недопущення аварійних станів агрегату або процесу.

Дана система управління забезпечує задані якісні показники кінцевого продукту, дає гранично високу експлуатаційну характеристику обладнання, а також зводить до мінімуму виробничі втрати, все це підвищує якість управління процесу в цілому.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. . Егоров Ю.С., Четвертков М.С. Исследования по изготовлению сырья для анодной массы. М., изд.-во Металлургия, 1976. 196с.
6. Коробов М.А. и др. О степени прокалки кокса при приготовлении анодной массы. - Цветные металлы, 1970, №12, с.58-62, библиог.: 3 назв.
7. Коробов М.А. Потери кокса при производстве анодной массы и пути их уменьшения. - Цветные металлы, 1969, №6, с. 47-51.
8. Топчаев В.П. Автоматизация трубчатых вращающихся печей цветной металлургии. М., изд-во Металлургия, 1971.- 192 с.
9. Левин М.В. Автоматизация процессов глинозёмного производства. М., изд.-во Металлургия, 1970.- 213 с.
10. Левин М.В. Алгоритмическое обеспечение АСУТП производства глинозёма. М., изд.-во Металлургия, 1975.- 186с.

11. Ходоров У.И. Печи цементной промышленности. Л., изд-во литература по строительству, 1968.- 238 с.
12. Загнойко В.В. Автоматизированная система контроля и управления вращающейся печи. - Огнеупоры, 1994., №8.- с. 21-30.
13. Рывкин В.Д. Система контроля содержания кислорода в дымовых газах вращающейся печи. - Измерения, контроль, автоматизация, 1990., №1, с. 44-49.
14. Черенков В.В. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник. Л. , изд-во Машиностроение. Ленингр. отд.-ние, 1987.- 847с.
15. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов, справочное пособие. М. Энергоатомиздат. 1990.- 347с.
16. Янко А.Э. Производство анодной массы. - М., изд.-во Энергия, 1982.- 318с.