**Курсова робота**

**на тему**

**"Опис конструкції автоматизації випалювальної печі"**

**ЗМІСТ**

Введення

1. Опис конструкції конкретного об'єкта автоматизації й

технологічного процесу

1.1. ППР - Випалювальна піч

1.2. Якість вапняку

1.3. Залишковий З2

1.4. Реакційна здатність

1.5. Об'єм повітря

1.6. Завантаження вапняку у вагові дозатори

1.7. Газ

1.8. Паливо

1.9. Запальний пальник

1.10. Нагрівальний пальник

1.11. Експлуатація печі

1.12. Вапняна піч як об'єкт керування

2. Вибір технічних засобів.

3. Значення принципової схеми контуру контролю

4. Техніка безпеки й охорона праці

5. Розрахунковий лист

Висновок

Список літератури

**Введення**

Проектування автоматизованих систем керування технологічними процесами вимагає глибоких знань і практичного засвоєння методів синтезу автоматичних систем керування. Завдання синтезу АСУ зважуються на підставі динамічних властивостей об'єктів керування й вимог, пропонованих до систем.

Розвиток сучасного металургійного виробництва супроводжується інтенсифікацією технологічних і виробничих процесів. Створення великих металургійних агрегатів і їхніх комплексів дозволяє більш ефективно використовувати сировину, паливо, капіталовкладення. У той же час здійснювати керування металургійними процесами в більшому й складному технологічному об'єктах без використання новітніх методів і засобів керування - неефективно або взагалі неможливо.

Ефективним засобом керування технологічними об'єктами є системи централізованого керування, що використовують обчислювальну й керуючу техніку. Такі системи керування одержали найменування автоматизованих систем керування технологічними процесами. АСУ ТП містить у собі більшу область систем керування технологічними процесами з різним ступенем звільнення людини від функцій контролю й керування.

АСУ ТП являють собою якісно новий щабель розвитку засобів і методів керування технологічними об'єктами, тому що в них використовуються технологічні й техніко-економічні параметри й критерії, а не тільки технічні, як це мало місце раніше. В АСУ ТП втілені досягнення локальної автоматики, систем централізованого контролю, електронної й обчислювальної техніки. Крім того, АСУ ТП робить загальну централізовану обробку первинної інформації в темпі протікання технологічного процесу, після чого інформація використовується не тільки для керування цим процесом, але й перетвориться у форму, придатну для використання на вищестоящих рівнях керування для рішення оперативних завдань.

Тому що АСУ ТП виконує й економіко-інформаційні функції вона здобуває величезне значення в керуванні агрегатами й процесами.

**1. Опис конструкції конкретного об'єкта автоматизації й технологічного процесу**

Вапно - один із ключових елементів у житті. Цей природний матеріал залучений у виробництво більшості сучасних виробів. Виробництво стали, золота, срібла, міді й пластмас, а також багатьох хімічних виробів і харчових продуктів. Найбільш важливі області застосування вапна й доломіту вапна:

* Металургія
* Кольорові метали
* Будівництво
* Хімічна промисловість
* Харчова промисловість
* Сільське господарство
* Агрономія
* Медицина
* Обробка стічних вод.

По усьому світі виробляється більше чим 120 мільйонів тонн у рік вапна й доломіту вапна. Чорна металургія - первинний споживач із щорічним попитом приблизно 40 мільйонів тонн.

Високоякісний вапняк містить від 97 до 99 % Сас3. Вимагає приблизно 1.75 тонни вапняку, щоб зробити одну тонну доломіту. Високоякісний доломіт містить 40 - 43 % МgСО3 і 57 - 60 % СаСО3. Випал вапняку й доломіту - простий хімічний процес. Нагрівання карбонату і його розкладання відбувається згідно відповідного рівняння.

СаС03 + приблизно 3180 кДж (760 кілокалорій) = СаО + З2,

3) 2 + приблизно 3050 кДж (725 кілокалорій) - СаО(МgО) + 2 З2,

Температура розкладання залежить від парціального тиску в атмосфері процесу. В атмосфері газу згоряння, нормального тиску й 25 *%* З2, розкладання вапняку починається при 810°С, в атмосфері 100 % З02, початкова температура розкладання була б 900°С. Доломить розкладається у двох стадіях, що починаються приблизно при 550°С для МgСО3 і приблизно 810°С для СаСО3

Щоб повністю обпалювати вапняк і не мати ядро, теплота, через поверхні вапняку повинна проникнути до ядра. Температура 900 °С повинна бути досягнута в ядрі принаймні протягом короткого періоду часу, тому що атмосфера усередині матеріалу - чистий З02. Кам'яна поверхня повинна бути нагріта більше чим нз 900 °С, щоб підтримати необхідний температурний градієнт і перебороти ефект ізолювання спаленого матеріалу на поверхні вапняку. При одержанні вапна поверхнева температура не повинна перевищити 1100 1150°С, інакше відбудеться рекристалізація СаО і як наслідок - більше низька реакційна здатність продукту й зміни властивостей обпаленої вапна.

Деяка витримка або час витримки потрібні, щоб передати теплоту від газів згоряння до поверхні вапняку й потім від поверхні до ядра вапняку. Більші камені вимагають більше тривалого часу випалу. Випал у більше високих температурах зменшує необхідний час витримки. Однак занадто високі температури несприятливо торкнуться реакційної здатності виробу. Відношення між температурою горіння й часом витримки, необхідного для різної фракційної сполуки показується далі.

Фракція Температура Випалу Приблизний час

[Мм] [°З] [годинники]

50 1200 0.7

1000 2.1

100 1200 2.9

1000 8.3

Устаткування для виробництва вапна

Використовуються два типи випалювальних печей, щоб обпалити вапняк і доломить у сучасній промисловості:

Ротаційні (обертові) випалювальні печі

Вертикальні або шахтні печі.

Ротаційні випалювальні печі з підігрівником, звичайно переробляють вапняк фракції 6-50 мм. Тепловий баланс цього типу випалювальних печей характеризований досить високими втратами з газами, що відходять, і через горловину випалювальної печі. Втрати з газами, що відходять, перебувають у діапазоні від 20 до 25% , втрати через кожух випалювальної печі від 15 до 20% необхідного тепла. Тільки приблизно 60% паливної енергії, що подається у випалювальні печі з підігрівником, використовуються для процесу випалу безпосередньо.

Для всіх типів вертикальних одно шахтних печей має нестійкість між теплотою, вилученої від зони випалу й теплоти, необхідної в зоні прогріву. Навіть із ідеальним процесом випалу (з надлишком повітря 1.0) газ, що відходить, з температурою°100 С може бути тільки з вапняком, що містить менше ніж 88 % Сасоз. Однак, вапно, зроблене з такого вапняку, має обмежену область застосування. У вапняках, на практиці, набагато більше високий зміст карбонату, більше висока температура газу, що відходить, при виробництві, що є наслідком надлишку теплоти в зоні прогріву. Як же може надлишкова теплота, у зоні випалу випалювальної печі використовуватися, щоб мінімізувати споживання теплоти і як сучасні типи випалювальної печі відповідають цьому аспекту. Зроблене рішення цій проблемі - Регенеративна Випалювальна піч Вапна (ВИПАЛЮВАЛЬНА ПІЧ).

**1.1 ППР - випалювальна піч**

Існують два головних типи вертикальних шахтних печей. Одна шахта протистоїть потоку, що нагріває випалювальну піч і шахта з паралельними потоками, що нагрівають випалювальну піч. Стандарт ППР - ВИПАЛЮВАЛЬНА ПІЧ - випалювальна піч із двома шахтами чергуючи палаюче й не палаючу дію шахти. Є дві ключових характеристики ППР - ПЕЧІ:

1) паралельний потік гарячих газів і каменю в зоні випалу;

2) регенеративний прогрів усього повітря для горіння в процесі.

Випалювальна ППР - піч ідеально підходить для виробництва, високо реактивної вапна й доломить вапна через умови, створених паралельним потоком каменю й газів згоряння в "палаючій шахті". Додатково, регенеративний процес забезпечує найнижче споживання тепла всіх сучасних випалювальних печей.

Оскільки кількість охолодження повітря - не досить для повного згоряння палива, додаткове повітря, повинен бути поданий через бічні пальники. Як у цьому типі випалювальної печі паливо подається в нижній частині зони випалу (де матеріал уже обпалений) температура в цій області значно вище, ніж потрібно для виробництва високо-реактивної вапна.

У ППР випалювальних печах паливо подається у верхню частину зони випалу й виходу газів згоряння, паралельно матеріалу. Оскільки паливо уведене у верхній коней зони випалу, де матеріал може поглинати більшість теплоти звільняється паливом температура в зоні випалу - звичайно 950°С. Через це, паралельне нагрівання потоку - краще рішення по виробництву реактивного вапна й доломить вапна.

Друга важлива характеристика ППР - ПЕЧІ - регенеративний підігрів повітря для горіння. У випалювальних печах із зустрічним потоками, повітря для горіння - підігрівається в зоні, що прохолоджується, в обпаленому вапні. Однак прогрів обмежений ентальпією вапна. У зустрічному процесі нагрівання потоку є надлишок тепломісткості придатного до вживання, умісту в газі, що відходить, що не відновлений до виснаження. Деякі окремі проекти шахтної печі, тому включили рекуператори, щоб повернути це відпрацьоване тепло, але такі теплообмінники сприйнятливі до руйнувань, викликаними пилом, що втримується в гарячих газах, що відходять.

Регенеративний процес вимагає двох зв'язаних шахт. Кожна шахта підлегла двом різним режимам роботи, "горіння" і "не горіння". Одна шахта працює на "горіння" і одночасно, друга шахта працює в противотоці. Кожна шахта проводить рівну кількість часу в режимах роботи "не горіння" і "горіння".

В "палаючому способі", шахта характеризована паралельним потоком газів згоряння й сирого каменю, беручи до уваги, що, в "не палаючому" способі шахта характеризована потоком сирого каменю й газів, що відходять.

Регенеративний прогрів повітря для горіння робить теплову ефективність випалювальної печі фактично незалежної від фактора надлишку повітря для горіння. Це значно спрощує регулювання правильної довжини полум'я, щоб зробити бажану якість вапна. Більша кількість надлишку повітря - більше коротке полум'я, і менша кількість надлишку повітря - більше довге полум'я. Довжина полум'я - один із ключових факторів, щоб управляти реакційною здатністю негашеної вапна. Взагалі короткий факел і більше гарячий вогонь зменшує реакційну здатність обпаленого виробу.

Дві шахти, позначили 1 і 2, містять матеріал, що буде обпалений. Шахти по черзі або одночасно наповнюють вапняком залежно від місткості випалювальної печі. Вапно вивантажується безупинно з обох шахт. Паливо подається тільки в одну із двох шахт. Наприклад шахта № 1 палаюча шахта й шахта № 2 не палаюча шахта. Паливо подається через газові труби, фурми, які вертикально простираються до зони прогріву. Більше низький кінець труби, фурми, відзначає перехід до зони випалу від зони прогріву. Паливо уведене через ці фурми й рівномірно розподілено по всій області шахти.

Повітря для горіння подається під тиском нагорі зони прогріву вище футеровки. Вся система герметична. Повітря для горіння - підігрівається каменем у регенераторі (зона прогріву) до змішування з паливом. Повітряно-паливне полум'я перебуває в прямому контакті з матеріалом випалу, оскільки це проходить через зону випалу від верху до низу (паралельне нагрівання потоку).

Теплота передається від газів каменю в не палаючій шахті. гази, Що Відходять, підігрівають футеровку в зоні прогріву й підготовляють шахту до наступного циклу горіння в цій шахті.

Зміна від "горіння" до "не горіння" називається «періодом перемикання». Протягом кожного «періоду перемикання» зважена кількість вапняку наповнює випалювальну піч. Продукт випалу вивантажується з обох шахт безупинно під час циклу випалу столами розвантаження в герметичний бункер. Повітря на охолодження безупинно подається знизу в обидві шахти, щоб зменшити температуру виробу до вивантаження в бункер вапна. Під час перемикання, коли випалювальна піч разгерметизована, виріб вивантажується з бункера на віднаходити й конвеєра.

Чудова теплова конструкція ППР - ПЕЧІ може бути задовільно доведена за допомогою балансу теплоти. Сума ефективної теплоти, тобто теплоти, необхідної для розкладання, і теплових втрат забезпечує теплову потребу випалювальної печі. Теплові втрати складаються;

• Втрата через футеровку випалювальної печі рівняється приблизно 170 кДж(40 кілокалорій) / кг вапна,

• Тепломісткість негашеної вапна рівняється приблизно 80 кДж (20 кілокалорій) / кг вапна при розвантаженні температура 100°С,

• Тепломісткість, уміст у газах, що відходять, приблизно 290 кДж (70 кілокалорій) / кг вапна при розвантаженні температура°100 С.

Оскільки випалювальна піч не має ніякого переміщення, як ротаційна випалювальна піч, втрати через стіни може бути зменшена до мінімуму, використовуючи відповідну властивість теплоізоляційного вогнетриву. Додаткова ізоляція, щоб далі зменшити стінні втрати, була б занадто дорога.

Достатня кількість повітря на охолодження використовується, щоб зменшити температуру обпаленої вапна в зоні, що прохолоджується. Нагріте повітря згодом використовується в процесі, таким чином, що поліпшує ефективності випалювальної печі.

Хоча теоретично можливо зменшити температуру газу, що відходить, нижче°100 С, це не бажано через ущільнення й проблеми корозії при дії в діапазоні крапки роси газів.

Розгляд цих критеріїв проекту для теплових втратою випалювальної печі при виробництві вапна з 96 % Сао повна теплова вимога - приблизно 3500 кДж (840 кілокалорій) / кг.

**ППР - випалювальні печі** типово розробляються із двома шахтами прямокутної або круглої форми. Шахти зв'язані сполучним каналом у нижній частині зони випалу. Сполучний канал служить як транспортний трубопровід, щоб дозволити гарячим газам виходити з "палаючої шахти" і входити в "не палаючу шахту".

ППР - ПЕЧІ із двома шахтами використовують вапняк фракції 40 мм - 120 мм. Коли потрібне підвищення продуктивності, використовується вапняк фракції менше ніж 40 **мм,** трьох шахтна піч. Маленька фракція створює більший тиск, і збільшує тиск усередині випалювальної печі. Коли використовують три шахти, що відходять гази з палаючої шахти розподіляються у дві шахти, таким чином, відбувається скорочення газової швидкості й зниження тиску приблизно втроє. Технічний розвиток і досвід дозволили використовувати випалювальних печей із двома шахтами майже для всіх умов і усунули потреба у випалювальних печах із трьома шахтами.

**ППР-ПІЧ** працює під тиском, тому сталевий корпус повинен бути герметичний. Всі відкриття нагорі випалювальної печі для завантаження вапняку й поду шахт для вивантаження вапна закриті гідравлічними засувками. Вузький діапазон розміру каменю ідеальний для будь-якої випалювальної печі, але, через руйнівні властивості каменю, що широко змінюється розмір по фракції - типова ситуація в кар'єрі. ППР-**ПІЧ** може обпалювати широкий діапазон по фракції через складну систему завантаження. Їхнє співвідношення 4:1. Мінімальний кам'яний розмір для стандартного типу ППР-ПІЧ- приблизно 25 мм із максимальним розміром 125 мм. При відповідному встаткуванні завантаження й подачі каменю, максимальний розмір - 180 мм.

**1.2 Якість вапняку**

Що стосується всіх типів вертикальних шахтних печей використання твердих, високоякісних, чистих вапняків - ідеальна умова для безаварійної роботи **ППР** - **ПЕЧЕЙ.** Однак, внаслідок того, що шахти **ППР** - **ПЕЧІ** - фактично труба без будь-яких пристроїв, які могли утрудняти вільний потік вапняку й вапна, рух матеріалу - повільне й однорідне стирання. Це означає, що, і м'який вапняк може бути обпалений у **ППР** - **ПЕЧІ.**

Високоякісний вапняк із послідовними хімічними властивостями часто не доступні або недостатні. Зміна змісту карбонатів і домішок може привести до перевитрати при виробництві в **ППР** - **печі.**

**1.3 Залишковий з2**

**ППР - ПІЧ** дозволяє робити вапно із залишковими З02 0.5 %, у деяких випадках навіть нижче. Сталеливарна промисловість, найбільший споживач вапна й доломить вапна, взагалі просить про залишковий зміст ІЗ02 менше ніж 2 %.

**1.4 Реакційна здатність**

Паралельний потік матеріалу й газів згоряння протягом процесу випалу - ідеальна умова виробництва високо реактивної вапна й доломить вапна. Для спеціального виробництва пористого бетону, потрібна вапно із середньою або низькою реакційною здатністю. Пристосовуючи операційні параметри, відносини надлишку повітря й входу теплоти, середнє негашене вапно може бути зроблена в **ППР** - **ПЕЧІ** з адекватною якістю сирого каменю. Виробництво твердої негашеної вапна, однак, не можливому в цьому типі випалювальної печі.

**ППР-ПІЧ** має найвищу ефективність всіх сучасних випалювальних печей вапна. КПД становить 85% . Типове споживання тепла перебуває в діапазоні від 3350 до 3600 кДж(від 800 до 860 кілокалорій) на кг залежно від хімічного аналізу й розміру зерна каменю й типу палива. Термін служби футеровки випалювальної печі; ідеальний діапазон - 2:1, але можливо й більше. Від 3 до 4 років зона перехідного каналу, від 6 до 8 років зона горіння й підігріву шихти, від 9 до 12 років, зона охолодження вапна.

Зношування футеровки - менше ніж 0.3 кг на тонну зробленої вапна. Перші ППР - ПЕЧІ були побудовані більше чим 35 років тому й усе ще працюють. Незважаючи на величезний технічний розвиток, основний і унікальний принцип ППР - ВИПАЛЮВАЛЬНА ПІЧ залишається незмінним. Фактично теплова ефективність цього типу випалювальної печі не може бути поліпшена.

Найбільш важливі фактори, які роблять модернізацію Випалювальної печі, бажаної й цікавої:

• Проблеми Навколишнього середовища

• Удосконалення технології ППР - печі

• Збільшення терміну служби й безпека виробництва

• Поліпшення якості

Вузький діапазон розміру зерна каменю бажаний у роботі шахтної печі. Для використання дрібної фракції у виробництві розробили так званий метод "Система завантаження Бутерброда" для ППР - ПЕЧІ. Послідовне завантаження каменю в шарах різного розміру зменшують тиск у порівнянні із завантаженням суміші із двох кам'яних фракцій, У той же самий час якість продукту випалу поліпшено. ППР - ВИПАЛЮВАЛЬНІ ПЕЧІ були побудовані добовою продуктивністю від 100 до 600 т продукту випалу. Випалювальні печі можуть використовуватися від 50 % до 100 % їхньої номінальної потужності.

**1.5 Об'єм повітря**

ОБ'ЄМ ПОВІТРЯ підрозділяється на об'єм ПОВІТРЯ НА ГОРІННЯ (інакше називаного первинним або верхнім повітрям) і об'єм ПОВІТРЯ НА ОХОЛОДЖЕННЯ (інакше називаного вторинним або нижнім повітрям).

Повітря на горіння й на охолодження нагнітається повітродувками. Регулювання об'єму повітря здійснюється за допомогою регулювальних двигунів, Для кожної печі встановлені повітродувки з наступними приводами: 1. Повітродувки повітря на горіння.

Повітродувки змінного струму

тип НК 52 потужність 9600 м3/з різниця тиску 400 обороти 1350 об/хв привод асинхронним двигуном з пускачем тип 1АТ 315 5- 4; 160 кВт; 380У; 1473 про/хв.

повітродувка з регулюючим двигуном, постійного струму

тип НК52

потужність 9600 м/с

різниця тиску 400

обороти двигуна від 980 до 2550 про/хв

обороти повітродувки макс. 1350 про/хв.

привод, регульований двигуном постійного струму

тип ЗНК 14 А1 ; 980 про/хв, (мінімум); 2550 про/ хв.(максимум); 160 кВт, 440 У ,

включаючи охолодження.

2. Повітродувки повітря на охолодження

Повітродувки змінного струму тип HR 52 потужність 9600 мз/з різниця тиску 400 м. бар обороти 1350 об/хв привод асинхронним двигуном з пускачем ТШ1А03153-4; 160 кВт; 380У; 1473 про/хв.

повітродувка з регулюючим двигуном, постійного струму

тип НК52 потужність 9600 м/с різниця тиску 400 м. бар обороти двигуна від 980 до 2550 об/хв обороти повітродувки макс. 1350 про/хв, привод, регульований двигуном постійного струму

тип 8НК. 14 А1 ; 980 про/хв, (мінімум); 2550 про/ хв. (максимум); 160 кВт, 440 У, включаючи охолодження.

3. Повітродувки повітря на охолодження стрижневих пальників

повітродувка

тип НІ 2 потужність 1560м/с різниця тиску 70м. бар обороти 2950 об/хв привод асинхронним електродвигуном тип *F250* МО2; 2950 про/хв; 55 кВт,380 У.

4. Резервні повітродувки для двох шахтних печей повітря на горіння, на охолодження й на охолодження стрижневих пальників є загальними для обох печей, розділених шиберними засувками.

**1.6 Завантаження вапняку у вагові дозатори**

Кожна шахта шахтної печі має власну вагову й транспортну трасу, у складі якої є наступне встаткування: віднаходити, ваговий дозатор, скіповий підйомник і дозувальний бункер. Завантаження печі починається зі стрижневої засувки під бетонним бункером, у якому зберігається вапняк відповідної фракції. Віднаходити з решіткою відсіває дрібні осколки, які по окремій трасі надходять у бункер нижнього класу. Верхній клас надходить у ваговий дозатор, розташований на 3 вагових датчиках. Датчики являють собою встаткування для перетворення механічного зусилля в електричний сигнал відповідної величини. Датчик оснащений металевими тензометрами опору. Пружна деформація датчика передається на тензометри, а потім зміна їхнього опору обробляється роздільною апаратурою. Роздільна апаратура призначена для обробки сигналу датчиків з тензометрами опору й перетворення його в аналогову й цифрову форму, введення виправлення на вагу тари й аналогового зіставлення сигналу з 3 заданими значеннями.

Потім за допомогою гідравлічного циліндра відкривається засувка вагового дозатора й задана партія вапняку завантажується в ємність скіпового підйомника, що перебуває у своєму нижнім кінцевому положенні. У складі скіпового підйомника (скіпа) є кілька вузлів, по яких далі, приводиться короткий технічний опис і загальні вказівки по експлуатації, обслуговуванню й регламентним роботам. Шлях скіпів спарений. По всій довжині шляху є знімне дротове огородження для захисту від падаючих зі скіпа шматків матеріалу. У складі шляху є зупинні й кінцеві вимикачі, розташовані у відповідних крапках нижньої (завантажувальної) і верхньої (розвантажувальної) станції. У складі шляху також є датчик натягу троса. У випадку якщо трос із якої-небудь причини провисне, (скіп зупинився в нижній частині шляху, скіп перекосило, скіп наїхав на перешкоду) важіль із противагою зміщається й розмикає вимикачі, які відключають подачу електроструму.

На вивантаженні вапняку зі скіпа є похила тічка в асиметричну лійку, прямокутний перетин якої примикає до кільцеподібного бункера 1600 мм із гідравлічною розвантажувальною засувкою. Над лійкою є кришка з лазом для виконання регламентних робіт. Колія шляху скіпа повинна становити 1940+ 2/-1 мм.

Параметри ємності скіпа:

Корисний об'єм 2,8 мз Загальний об'єм 3,5 мз Маса ємності в комплекті 1580 кг Корисне навантаження 4700 кг Технічні параметри підйомника:

Максимальне тягове зусилля 72,5 кн

Швидкість 0,35 м/сек

Період 1-ой ходки (наверх) 270 сек.

Період завантаження 90 сек.

Кількість ходок (макс.) 10 ходок/година

Обороти барабана 6,9 про/хв

Трос 31,5 мм

Електродвигун 40 кВт

Ухил шляху 75°

Підйомник оснащений аварійним ручним приводом, яким необхідно скористатися у випадку, якщо ємність не зупиниться по сигналі зупинного вимикача (вимикач несправний), а тільки по сигналі кінцевого вимикача на одній зі станцій. При відключеному головному вимикачі, необхідно діяти в такий спосіб: Зняти із запобіжника ножну педаль. Важіль із маховиком ручного привода змістити в положення «ВКЛ.» і зафіксувати. Обертаючи маховик змістити ємність скіпа у відповідне положення. Ножну педаль поставити на гальмо й зафіксувати. Фіксувати відкрите гальмо строго заборонене. Важіль із маховиком змістити в положення «ВИМК» і зафіксувати.

Після від'їзду ємності скіпа дається команда на завантаження й подальше довантаження партія вапняку. Весь процес управляється по програмі, закладеної в комп'ютері. Швидкість завантаження бункера регулюється шляхом регулювання продуктивності віднаходити за допомогою потенціометрів. Недозавантаження бункерів у строк сигналізуються як несправність. При наявності такої несправності, необхідно перевірити, на яку продуктивність установлені віднаходити, а при необхідності збільшити неї. Завантаження обох шахт відбувається одночасно при дотриманні постійної маси партії вапняку, що завантажується, поза залежністю від продуктивності печі. Від продуктивності печі залежить лише інтервал завантаження окремих партій. Якщо, наприклад, при експлуатації печі на повну потужність інтервал становить 12 хвилин, то при експлуатації на 50% потужності даний інтервал складе 24 хвилини, однак маса партії вапняку залишиться незмінної. Агрегат привода скіпа розташований над нижньою станцією на рівні + 8,5м

**1.7 Газ**

Технічні параметри

Паливо нафтовий природний газ із теплотворною здатністю 33,94 МДж/Нм3, що утворить із повітрям вибухову суміш при концентрації порядку 5 - 15% (по об'єму).

надлишковий тиск у газопроводі подачі газу до печей - 0,35МПа Температура газу 20°С

Витрата газу

Для покриття технологічної витрати тепла в кожної двох шахтної печі при стабільній експлуатації й з урахуванням номінальної продуктивності печі необхідно: середня витрата газу 2.750 Нм /година для обох печей 5.500 Нмз/година

Для «холодного запуску» кожної печі встановлюється обігрівальний пальник, оснащений комплектом автоматики для безпечної експлуатації й програмою розпалювання. Витрата кожного пальника становить:

пальник

тиск газу на подачі 5 -15кпа

витрата газу 17 м3/година (макс.)

обігрівальний пальник

тиск газу на подачі

0,35 Мпа витрата газу

200 нмэ/година

**1.8 Паливо**

Природний газ із теплотворною здатністю 33940кДж/м. Надлишковий тиск у трубопроводі - 0,35мРа. Температура газу 20°С. Для покриття технологічного тепла, для однієї двох шахтної печі при номінальній продуктивності необхідно:

- Середня витрата газу до 2750 нм3 /год

- Для двох печей до 5500 нм3 /год

Для "холодного пуску" у піч установлюється нагрівальний пальник разом із пальником.

**1.9 Запальний пальник**

Тиск - 5 -15 кРа; Витрата газу - *17.м/год*

**1.10 Нагрівальний пальник**

Тиск - 0,35 мРа; Витрата газу- 20нм3 /год

**1.11 Експлуатація печі**

Якщо при запуску нового часу випалу тиск повітря на горіння, тиск повітря на охолодження й тиск у перехідному каналі відрізняються від параметрів попереднього циклу - це вказує на не герметичність клапанів у верхній частині печі.

Якщо в однаковому режимі роботи всі параметри тиску мають тенденцію до збільшення, то це вказує на забруднення каналів.

Іншою причиною підвищення або падіння тиску є зміна фракції. Чим більше дрібної фракції або чим більше різниця між самою дрібною й самою великою фракцією, тим вище тиск. З появою різниці тиску в каналі й повітря, як на охолодження, так і на горіння між шахтами 1 і 2, але не дуже значно, те піч повинна працювати протягом 30 завантажень без зупинок.

У плині цього часу різниця в тиску звичайно падає. Виходить, у зоні перехідного каналу утворилося налипання, що тепер іде.

Якщо змін не відбувається, то потрібно попрацювати 2-3 циклу без подачі газу, для заспокоєння печі. З появою різниці тиску повітря на горіння й у перехідному каналі між шахтами й у незначному ступені повітря на охолодження, необхідно зменшити об'єм подачі газу. Існує небезпека утворення зводів. Через 2-4 циклу з меншою кількістю газу можна знову працювати в нормальному режимі. Різниця в показаннях термопари й ардометра може становити до 120 °С.При показаннях температури на ардометрі 1150-1200 °C необхідно відробити один цикл без газу. У випадку спостереження тенденції до постійного збільшення температури варто зменшити подачу газу на 2-3 нмз/година. Якщо тиск у перехідному каналі має значення 22-25 кпа необхідно відробити один цикл без газу. При зменшенні часу циклу й збільшенні продуктивності зростає кількість пилу перехідного каналу. При збільшенні кількості нижнього повітря росте температура газів, що відходять. При низькій температурі в перехідному каналі (850 -900 С) необхідно зменшити подачу повітря на горіння. Пручи подальшому спаді температури, необхідно зменшити кількість матеріалу, що завантажується. У випадку обвалення шихти в шахті, необхідно відітнути подачу палива. Якщо процес обвалення носить частий характер по ходу циклу, варто провести 2-3 циклу без подачі газу. При уведенні печі в експлуатацію домагаються одержання вапна більше низької якості (88 -90,6% Сао), щоб знати яка кількість ккал/кг Сао необхідно для одержання вапна з більше високими показниками Сао. При виявленні шматків на виході з печі й на столах продувають шахти 1-3 циклу, відтинають 1/6 або 1/2 частину заданої кількості палива від 2 до 6 разів у добу.

**1.12 Вапняна піч як об'єкт керування**

Виробництво вапна являє собою циклічні-циклічну-циклічна-циклічний-безперервно-циклічне зі складними організаційними зв'язками виробництво, що має у своїй сполуці ряд технологічних процесів.

Головним завданням керування виробництвом є одержання заданої сполуки вапна по Сао, що в основному зводиться до розрахунку необхідного об'єму газів на горіння й об'єму продувного повітря. Це завдання складне тим, що безпосередня інформація про зміст Сао відсутній. Також необхідно сказати, вапняна піч є агрегатом тимчасової дії на відміну від таких агрегатів як доменна піч.

Як керуючий пристрій може виступати або електронна обчислювальна машина, або регулюючий мікроконтролер. Вапняна піч як об'єкт системи керування називаються замкнутими або керування. системами зі зворотним зв'язком. У них керуючий пристрій одержує відомості про дійсний стан Хт об'єкта, завданнях Хз або вхідних параметрах і інформацію про контрольовані впливи, що обурюють .

Алгоритм керування може бути побудований на принципі компенсації, або на принципі зворотного зв'язку, або з використанням обох принципів. У першому випадку керуючий пристрій, одержуючи результати виміру контрольованих впливів, що обурюють, розраховує й видає такі керуючі впливи які компенсують вплив збурювання й приводять вихідну величину в кращу відповідність із вимогами до неї. У другому випадку керуючий пристрій, аналізуючи розходження між вихідною величиною й завданням робить такий вплив на об'єкт, щоб наблизити до заданого значення.

Принцип зворотного зв'язку в багатьох відносинах простіше й ефективніше, ніж метод компенсації. Однак використання його при керуванні випалом вапна досить обмежено у зв'язку з неможливістю виміру багатьох вихідних параметрів процесу.

Всі керуючі впливи можна розділити на дві групи: статичні й динамічні. Відповідно до цього й керування можна розділити на статичне й динамічне. Статичне керування зводиться до знаходження оптимального об'єму природного газу, продувного повітря й фракційної сполуки вапняку, що забезпечують одержання кінцевих параметрів вапна якнайближче до заданого. Із цими цілями будуються статичні моделі випалу вапна, які реалізуються на ЕОМ і мікроконтролерах. Динамічне керування у відмінності від статичного передбачає визначення оптимальних значень керуючих впливів, що є функціями часу продувки. Воно реалізується на основі вимірів динамічних параметрів процесу. До динамічних керуючих впливів ставляться параметри;

1) витрата природного газу;

2) витрата продувного повітря.

Основним завданням для реалізації динамічного регулювання є безпосередній вимір параметрів процесу - температури й сполуки вапна. Однак неприступність печі для прямих вимірів практично виключає це. Що стосується визначення хімічного складу вапна, те тут найбільш перспічвне використання непрямих параметрів, доступних виміру й несучих у собі необхідну інформацію.

Також, у завдання керування входить контроль ряду параметрів:

Таблиця 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Контрольований параметр | Спосіб вираження фізичної величини контрольованого параметра (А) в одиницях СИ | | |
| Задане значення | Граничні значення | Допуск заданий |
| Температура в сполучному каналі печі, З° | 950-1200 | 750-1350 | ±200 |
| Тиск у сполучному каналі печі, кПа | 10-30 | 8-38 | ±3 |
| Температура вапна із шахт № 1 ,№2, °З | 100 | 120 | ±10 |
| Температура газів, що відходять, вапна із шахт №1,№2,З° | 120 | 200 | ±10 |
| Тиск верхнього повітря (на горіння), кПа | 25 | 8-38 | ±5 |
| Тиск нижнього повітря (на охолодження), кПа | 24 | 8-30 | ±5 |
| Тиск повітря на продувку , кПа | 50-70 | 30-90 | ±5 |
| Витрата верхнього повітря (на горіння), м /година | 32000 | 20000 -40000 | ±2000 |
| Витрата нижнього повітря (на охолодження), м."7година | 15000 | 10000-22000 | ±2000 |
| Температура природного газу на піч, °З | 20 | -10-40 |  |
| Витрата природного газу на піч, Нм /година | 2200 | 1600-2400 | ±30 |

**2. Вибір технічних засобів**

* Система керування випалом у печах ІОЦ являє собою комплекс технічних засобів, що забезпечують наступні функції;
* забезпечення роботи печі і її механізмів у точній відповідності з вимогами технології в автоматичному режимі;
* попередження й діагностування аварійних ситуацій, що забезпечує безпека праці й цілісність устаткування цеху;
* візуальне відображення ходу технологічного процесу й роботи печі на екрані комп'ютера оператора;
* запис і астросфера даних про основні параметри технологічного процесу в базі даних комп'ютера.

Автоматизована система керування технологією виробництва (надалі АСУТП) вапняно-випалювальній печі складається із трьох рівнів.

***Перший рівень:*** комплекс засобів, для одержання даних про технологічний процес і його параметри.

Цей рівень містить у собі датчики, що здійснюють збір інформації про температуру, тиск, витрату, положення механізмів і інших параметрів процесу.

***Другий рівень:*** програмувальний логічний контролер "SIМАТIС" 87-300 фірми SIЕМЕМ5.

Даний контролер, одержавши інформацію з першого й із третього рівнів, здійснює керування технологічним процесом по програмі, завантаженої в нього за допомогою програмуючого пристрою - програматору. Керування здійснюється шляхом подачі команд на виконавчі механізми.

***Третій рівень:*** комплекс засобів, для відображення технологічного процесу, а також для передачі параметрів керування в контролер.

Цей рівень виконаний на базі сучасних персональних комп'ютерів промислового виконання фірми Advantech, оснащених спеціальними платами - комунікаційними процесорами для зв'язків з контролерами через шину PROFIBUS. По суті ці комп'ютери являють собою властиво робоче місце випалювача. Через ці комп'ютери здійснюється завдання параметрів і режимів роботи печі, а також здійснюється керування піччю в ручному режимі у випадку виникнення позаштатних ситуацій. Програмним забезпеченням на цьому рівні є система візуалізації In Touch7.1 американської фірми Wonder Ware.

Відповідно до поставлених завдань нам необхідно розробити контури контролю - основних технологічних параметрів (табл. 1) і керування подачею паливного газу в піч. Отже, можна синтезувати наступні контури контролю й керування (додаток Б):

1. Контур контролю й реєстрації температури в перехідному каналі. У ньому використовуються первинний датчик - пірометр радіаційного випромінювання Ardometr М250АЗ, у комплекті з перетворювачем сигналів - М5533, самописний прилад Zерагех 49 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнал з якого надходить у мікроконтролер.

2. Контур контролю тиску продувного повітря. У ньому використовується датчик тиску 62 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнал з якого надходить у мікроконтролер.

3. Контур контролю й реєстрації тиску в сполучному каналі. Складається з датчика тиску Impress 62 і самописного приладу Zераrех 49 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнал з якого надходить у мікроконтролер.

4. Контур контролю витрати повітря на горіння (верхнє повітря). Побудований на основі швидкісного витратоміра (група - гідродинамічних трубок) - вимірювальний зонд М 5-НР, у комплекті з перетворювачем перепаду тиску INDIF 51, вихідний сигнал 4-20 mа. Сигнал з INDIF 51 надходить у перетворювач INМАТ вихідний сигнал 0-20 mа, далі сигнали надходить у мікроконтролер.

5. Контур контролю тиску повітря на горіння (верхнє повітря). У ньому використовується первинний датчик тиску Impres 62 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mA, сигнали з якого надходить у мікроконтролер.

6. Контур контролю витрати повітря на охолодження (нижнє повітря). Побудований на основі швидкісного витратоміра (група - гідродинамічних трубок) - вимірювальний зонд 622-5-НР у комплекті з перетворювачем перепаду тиску INDIF51 , вихідний сигнал 4-20 mа. Сигнал з INDIF51 надходить у перетворювач INМАТ , вихідний сигнал 0-20 mа, далі сигнали надходить у мікроконтролер.

7. Контур контролю тиску повітря на охолодження (нижнє повітря). У ньому використовується первинний датчик тиску Impress 62 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнали з якого надходить у мікроконтролер.

8. Контур контролю й реєстрації температури вапна із шахти. Використовується термометр опору Тсп-Рt100, вторинний що нормує преобразовательINPAL, з вихідними сигналами 4-20 mа, і прилад, що реєструє, Zераrех 49 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнал з якого надходить у мікроконтролер.

9. Контур контролю температури газів, що відходять, із шахти. Використовується термометр опору Тсп-Рt100 і вторинний перетворювач, що нормує, INPAL з уніфікованими вхідними сигналами 4-20 mа, сигнали з якого надходить у мікроконтролер.

10. Контур контролю температури природного газу. Використовується термометр опору ТСМ-50M, вторинний перетворювач, що нормує, INPAL, з вихідними сигналами 4-20 mа, і що показує (стрілочний) прилад Indicomp 2 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа, сигнал з якого надходить у мікроконтролер.

11. Контур контролю й регулювання витрати палива (природний газ). Складається з турбінного газового лічильника «Rombach» Т 150-ПРО1000, механічно пов'язаного з перетворювачем (частота/струм) WЕ-77/ ЕХ-UТ (поз. 11-2), з дискретним вихідним сигналом. Сигнал з перетворювача надходить у мікроконтролер, де поточна частота імпульсів перетвориться в поточну витрату газів, після чого дані передаються на пульт в ЕОМ, звідки вони надходять у наступний мікроконтролер, де витрата перетвориться у фотополяриметр сигнал і надходить на прилад, що реєструє, Zерагех 49 з уніфікованим вхідним сигналом 4-20 mа. У тім же мікроконтролері генерується сигнал на відкриття або закриття регулювального органа. Даний сигнал надходить на пускач АUМА 8А-07.1, що відкриває або закриває регулювальний орган.

**3. Значення принципової схеми контуру контролю**

Принципові електричні схеми в проектах автоматизації служать для зображення взаємного електричного зв'язку апаратів і пристроїв, дії яких забезпечують рішення завдань автоматичного контролю, регулювання, сигналізації й керування технологічним процесом. Ці схеми є важливими проектними матеріалами, які використовуються не тільки в процесі проектування, але й у процесі налагодження й експлуатації технологічної установки.

Як розгляд обраний контур контролю температури в сполучному каналі печі. Даний контур вирішує одну з основних завдань, що ставиться до теплового режиму роботи печі, а саме підтримка оптимальної температури в робочому просторі печі. На роботу даного контуру мають прямий вплив такі параметри, як:

- хімічний склад вапняку ;

- фракція вапняку;

- рівень вапняку в печі;

- температура вапняку;

У свою чергу, розглянутий контур впливає на роботу інших контурів і на роботу всього агрегату в цілому.

Тому, розробці й аналізу режимів роботи в різних позаштатних ситуаціях принципової електричної схеми контуру контролів температури в сполучному каналі печі варто приділити особлива увага.

У контурі використовуються наступні технічні засоби автоматизації:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Радіаційний пірометр Ardometer | М - 250 А 3 | 700-1350°С 0,9-15ту |
| Лінеаризатор | М-55332 | 4-20 мА. |
| Вторинний самопис | Zeparex 49 | 700 -1350 "З 4 - 20 мА |
| канал АЦП контролера | 87-300 | 700 - 1 350°С 4-20мА |

Радіаційний пірометр Ardometr перетворить параметр температури в термо ЕДС. Сигнал з пірометра надходить на лінеарезатор, що лінеаризує цей сигнал і перетворить його у фотополяриметр (4-20мА). Фотополяриметр сигнал з виходу послідовно надходить на прилад, що показує, Zeparex 49

і на вхід канал АЦП контролера 37-300.

Живлення 220 В на прилади подається по лініях М, 12 і заземлення РЕ від електромережі.

**4.** **Техніка безпеки й охорона праці Загальні відомості**

Охорона здоров'я трудящих і забезпечення безпечних умов праці є однієї з головних завдань Радянської держави. У результаті проведених у країні заходів щодо охорони праці неухильно знижується виробничий травматизм і професійна захворюваність трудящих.

Для зниження травматизму важливу роль грає зміцнення трудової й виробничої дисципліни, строге виконання робітниками та службовцями правил і норм по техніці безпеки, точне дотримання технології виробництва, правильна експлуатація машин, механізмів і інструментів, дбайливе відношення до спецодягу й засобів індивідуального захисту.

Сучасні підприємства являють собою складний комплекс технічних систем, нерідко з високими рівнями автоматизації. Особливості технологічних процесів і умови безпеки робіт різноманітні, у зв'язку із чим на кожному підприємстві адміністрацією разом із профспілковою організацією розробляються й затверджуються правила внутрішнього розпорядку й інструкції із забезпечення безпечних умов праці. Галузеві міністерства й відомства разом із центральними комітетами професійних союзів розробляють і затверджують типові інструкції з охорони праці для робочих основних професій у даній галузі.

На роботах, пов'язаних із забрудненням одягу, шкідливими умовами праці, робітникам та службовцям видається безкоштовно по встановлених нормах спеціальні одяг і взуття, мило, різні знешкоджуючі засоби, а також молоко й лікувально-профілактичне харчування.

Робітники та службовці, зайняті на важких роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також пов'язаних з рухами транспорту й підйомно-транспортних механізмів, при надходженні на роботу проходять попередній медичний огляд для визначення придатності їх по стані здоров'я. По різних галузях промисловості й по певних професіях (електромонтери, зварники й ін.) установлені строки періодичних медичних оглядів з метою попередження професійних захворювань.

На сучасних підприємствах не тільки усередині приміщень, де працюють верстати, машини, потрібне увага, обережність працююче й строге дотримання ними інструкцій з безпеки охороні праці, але й рівною мірою це ставиться до території підприємства, звичайно насиченої різними комунікаціями (стисненого повітря, газів, пари, води) із внутрішньозаводським транспортом як рейковим, так і автомобільним.

Для забезпечення безпечних умов на підприємствах затверджена типова зведена номенклатура заходів щодо охорон праці. Відповідно до типової номенклатури, обов'язкової для всіх галузей промисловості, підприємства зобов'язані проводити заходу щодо попередження нещасних випадків, захворювань на виробництві (пристрою по захисту від шкідливої дії газів, пилу, різних випромінювань, шкідливого шуму й вібрацій), загальному поліпшенню умов праці (раціональне висвітлення, пристрій належних гардеробів, умивальників, душових, туалетів, кімнат для годівлі грудних дітей, прийому їжі, паління, зберігання спецодягу, для відпочинку робітників і т. буд.).

Проведення адміністрацією встановлених заходів щодо охорони праці контролюється інспекцією по охороні праці міських, обласних і центральних комітетів профспілок, а також суспільними інспекторами фабрично-заводських і місцевих комітетів профспілки.

Після медичного огляду вступники на роботу одержують до початку роботи на підприємстві вступні інструктажі. Вступний інструктаж проводиться в робочий час, індивідуально або із групою у вигляді співбесіди. У вступному інструктажі висвітлюються основні питання техніки безпеки: правила внутрішнього розпорядку, поводжень на ділянках з підвищеною небезпекою, при вантажно-розвантажувальних роботах; правила роботи на висоті більше 5 м и с електроінструментами й механізмами; норми видачі й строків заміни спецодягу, рекомендації з користування індивідуальними захисними засобами (рукавиці, окуляри, боти, рукавички); коротка характеристика причин виробничого травматизму й міри запобігання від професійних захворювань; надання першої електродуга допомоги при опіках, переломах, поразці електричним струмом; відповідальність за порушення правил техніки безпеки. Проведення вступного інструктажу відзначається в спеціальному журналі.

Правилам техніки безпеки навчають всіх робітників, що не закінчили професійно-технічних училищ і інших спеціальних навчальних закладів. Навчання починають із моменту надходження на роботу. Єдина програма навчання розрахована на 12-18 ч. Після закінчення навчання проводиться перевірка знань комісією. Результати перевірки знань заносять у протоколи, на підставі яких кожним робітникам видається посвідчення по техніці безпеки.

Деякі види робіт вимагають спеціального навчання й перевірки знань. До останнього відносять: роботу з піротехнічним інструментом (будівельно-монтажні пістолети й преси вибухової дії); монтаж сполучних і кінцевих муфт напругою вище 1000 В, газозварювання, монтаж акумуляторів, ртутно-випрямних агрегатів, великих електричних машин і трансформаторів; роботу з електрифікованим інструментом.

**Електробезпечність**

Вплив електричного струму на організм людини залежить від багатьох факторів: напруги й сили струму, частоти й тривалості впливу струму, стану шкіри (суха, волога), деяких хвороб серця, характеру дотику (короткочасне - крапкове або щільне), від підлоги, на якому коштує людина (металевий, бетонний, дерев'яний). Стан сп'яніння сильно знижує опір організму електричному струму.

Поразки електричним струмом можуть відбутися як при високому, так і при низькому напругах. Статистика показує, що найбільше нещасних випадків відбувається при напругах 380 і 220 У, тобто в таких установках, де найчастіше працюють люди, що не завжди мають достатню спеціальну підготовку.

Постійний струм робить менш сильний вплив, чим змінний струм тієї ж сили. Прийнято вважати, на підставі експериментальних даних, безпечної для людини силу струму: змінного до 10 мА, постійного до 50 мА. При впливі більше високих струмів відбуваються мимовільні судорожні скорочення м'язів; людина не може самостійно відірвати руку від струмоведучої частини й, якщо йому не буде надана допомога, відбувається параліч подиху й серця.

Небезпечно не тільки безпосередній дотик до струмоведучих частин. Часто причиною поразки електричним струмом є ушкодження ізоляції струмоприймачів. У цьому випадку металевий корпус струмоприймача перебуває в контакті з оголеними струмоведучими частинами й, отже, дотик до металевого корпуса може стати такий же небезпечним, як і дотик до оголених струмоведучих частин.

До персоналу, що обслуговує електроустановки, висувають спеціальні вимоги. При прийманні на роботу з експлуатації електроустановок вступник обов'язково проходить медичні огляди, при якому перевіряють його здоров'я, відсутність хвороб, каліцтв і дефектів, при наявності яких робота з експлуатації електроустановок протипоказана.

У процесі роботи проводять повторні медичні огляди не рідше 1 рази в 2 роки. Для деяких установок, пов'язаних з підвищеною шкідливістю (наприклад, експлуатація ртутних випрямлячів, роботи верхолазів на висоті, високочастотні установки), повторні медичні огляди здійснюють 1 раз в 6-12 міс.

Після медичного огляду вступник на роботу проходить вступний (загальний) інструктаж з техніки безпеки й перевірку у кваліфікаційній комісії, що привласнює кваліфікаційну групу відповідно його знанням правил техніки безпеки й досвіду роботи й дає посвідчення на право роботи в даній електроустановці.

Установлено п'ять кваліфікаційних груп.

**I** **група.** У цю групу входять особи, пов'язані з обслуговуванням електроустановок, але не минулу перевірку знань правил техніки безпеки. Вони не мають електротехнічних знань і виразних подань про небезпеку поразки електричним струмом і запобіжним заходами. Працівників цієї групи інструктують при допуску до робіт. Працюють вони під безперервним спостереженням осіб, що мають кваліфікаційну групу II і вище.

**II** **група.** До неї відносять електромонтерів, крановиків, електрозварювачів, практикантів інститутів, технікумів і технічних училищ і практиків-електриків. Щоб одержати кваліфікацію II групи, необхідно мати стаж роботи на даній установці не менш 1 міс., певний мінімум електротехнічних знань, виразне подання про небезпеку поразки електричним струмом і основними запобіжними заходами при експлуатації електроустановок.

**III** **група.** До неї відносять електромонтерів, черговий і оперативний персонал, наладчиків, зв'язківців і практикантів інститутів і технікумів, що починають інженерів і техніків. Для одержання кваліфікації III групи працівник повинен мати не менш 6 мес. загального стажу роботи (хто закінчив технічні й ремісничі училища - не менш 3 мес., практиканти інститутів і технікумів, що починають інженери й техніки - не менш 1 міс. стажу по II групі).

Крім електротехнічних знань і виразного подання про небезпеку поразки електричним струмом, запобіжних заходах і наданні першої допомоги працівники III групи повинні знати ті розділи Правил технічній експлуатації й безпеці обслуговування (ПТЭБО), які ставляться до їхніх обов'язків, і вміти вести нагляд за роботами в електроустановках.

**IV** **група.** Для одержання IV групи працівник повинен мати стаж роботи «е менш 1 року (хто закінчив технічні й ремісничі училища-не менш 6 міс., що починають інженери й техніки - не менш 2 міс.).

Крім знань, необхідних для III групи, для одержання IV групи треба знати Правила технічній експлуатації й безпеці обслуговування, уміти вільно розбиратися у всіх елементах даної електроустановки, а також організовувати безпечне ведення робіт в електроустановках.

**V** **група.** Її привласнюють майстрам, технікам і інженерам із закінченим середнім або вищим утворенням і зі стажем роботи не менш 6 міс., а також монтерам, майстрам і практикам, що займають інженерно-технічні посади при наявності стажу не менш 5 років.

Для одержання кваліфікації V групи працівник повинен не тільки мати знання, необхідні для IV групи, і твердо знати Правила технічній експлуатації й безпеці, але й мати ясне подання про те, чим викликані вимоги кожного пункту правил, уміти організувати безпечне виробництво комплексу робіт і вести нагляд за ними при будь-якій напрузі.

**Заземлення й захисні міри безпеки.**

Щоб захистити людей від поразки електричним струмом при випадковому дотику їх до струмоведучих частин струмоприймачів і при ушкодженні ізоляції, корпуса електроустаткування заземлюють. Для заземлення в першу чергу використовують природні заземлювачі - металоконструкції споруджень, арматури залізобетонних конструкцій, трубопроводи й інше встаткування, що має надійна сполука із землею.

У Правилах пристрою електроустановок перераховані умови, при яких можна використовувати природні заземлювачі. Рекомендується застосовувати один загальний заземлюючий пристрій для заземлення електроустановок різних призначень і напруг.

У тих випадках, коли неможливо виконати заземлення або захисне відключення електроустановки або коли пристрій заземлення важко здійснити по технологічних причинах, дозволяється обслуговування електроустановки з ізолюючих площадок, але повинна бути виключена можливість одночасного дотику до незаземлених частин електроустаткування й до частин будинків або встаткування, з'єднаним із землею.

Розрізняють заземлюючі пристрої:

при більших струмах замикання на землю (електроустановки напругою вище 1000 У при однофазному струмі замикання на землю більше 500 А);

при малих струмах замикання на землю (напругою вище 1000 У при однофазному струмі замикання на землю менш 500 А);

при нейтрали трансформатора або генератора, приєднаної до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір (трансформатори струму й ін.);

при ізольованої нейтрали, не приєднаної до заземлюючого пристрою або приєднаної через апарати, що мають великий опір або пристрої, що компенсують ємнісний струм у мережі.

При напрузі електроустановки 220 У и вище змінний і постійний токи у всіх випадках необхідні пристрої заземлення, причому варто заземлювати:

корпуса електричних машин, апаратів, світильників і ін.;

приводи електричних апаратів;

вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму й напруги;

каркаси розподільних пристроїв, щитів, пультів, щитків і шаф з електроустаткуванням;

опорні кабельні конструкції, корпуси кабельних муфт, металеві оболонки силових і контрольних кабелів, проводів, сталеві труби електропроводки й інші металоконструкції, пов'язані з установкою електроустаткування, у тому числі пересувних і переносних електро приймачів.

Не потрібно заземлювати: устаткування, установлене на заземлених металоконструкціях, причому на опорних поверхнях залишають зачищені й незафарбовані місця, щоб забезпечити гарний електричний контакт;

корпуса електровимірювальних приладів і інших апаратів, установлених на щитах, пультах і на стінах камер розподільних пристроїв;

знімні або частини, що відкриваються, на металевих каркасах щитів, пультів, камерах розподільних пристроїв і ін.

Замість заземлення окремих електродвигунів і апаратів на стінках і іншому встаткуванні можна обмежитися заземленням станини верстата за умови, якщо забезпечено надійний контакт між корпусом електроустаткування й станиною.

У мережах з ізольованої нейтралью напругою до 1000 У (мал.6 а) при дотику до заземленого корпуса, внаслідок пробою ізоляції під напругою, людина виявляється приєднаним паралельно до ланцюга замикання корпуса на землю. Якщо заземлення корпуса виконане доброякісно, тобто має малий опір, через це заземлення піде основна частина струму, а через тіло людини піде незначний струм, що не представляє небезпеки для життя.

Таким чином, надійне захисне заземлення повинне мати певний опір: не більше 4 Ом по ПУЕ для установок напругою до 1000 У. Якщо мережа харчується від невеликих генераторів і трансформаторів потужністю до 100 кв-а, опір заземлюючого пристрою допускається до 10 Ом.

У мережах із нейтралью напругою до 1000 У (мал.6, б) у випадку пробою ізоляції на корпусі й дотику до нього людини небезпека поразки електричним струмом може бути відвернена, якщо корпус приймача 2 металево приєднати до четвертого (нульовому) проведенню 5 і в такий спосіб зв'язати його із заземленої нейтралью трансформатора. При цьому замикання робочої фази на корпус перетворюється в коротке замикання й аварійне місце відключається запобіжником або автоматом, що забезпечує безпека людини, що доторкається до корпуса цього струмоприймача.

Висновки фаз і нейтрали трансформаторів і генераторів на розподільний щит виконують звичайно шинами, причому провідність нульової шини беруть не менш 50% провідності фазної шини. Опір заземлюючого пристрою, до якого приєднані нейтрали потужних трансформаторів і генераторів, повинне бути не більше 4 Ом, а при потужності трансформатора й генератора до 100 кВ\*А - не більше 10 Ом.

В електроустановках напругою до 1000У с нейтралью не можна заземлювати корпуса електроустаткування, якщо в них немає надійного металевого зв'язку з нейтралью трансформатора через приєднання нульового проведення (або шини). У цих же мережах не можна використовувати свинцеві оболонки кабелів як заземлюючі провідники.

Як ми вже відзначали, у першу чергу використовують природні заземлювачі: різні трубопроводи, прокладені в землі (крім утримуючі горючі або вибухові рідини й гази, а також покриті ізоляцією для захисту від корозії), обсадні труби артезіанських шпар, металоконструкції й арматури залізобетонних споруджень. Правила вимагають, щоб всі природні заземлювачі були пов'язані із заземлюючими магістралями не менш чим двома провідниками, приєднаними до заземлювача в різних місцях. Розміри сталевих заземлюючих провідників по ПУЕ повинні бути не менше:

для прямокутного профілю перетином 24 мм2 при товщині 3 мм у будинку й 48 мм2 при мінімальній товщині 4 мм у землі й зовнішніх установках;

для кутової сталі товщиною полиць 2 мм у будинку, 2,5 мм у зовнішніх установках і 4 мм у землі;

для сталевих газопровідних труб товщиною стінок 1,5 мм у будинку, 2,5 мм у зовнішніх установках і 3,5 мм у землі.

Сталеві тонкостінні труби можна використовувати як заземлюючі провідники тільки усередині будинку при товщині стінки не менш 1,5 мм.

***Експлуатація заземлень.*** Захисне заземлення - відповідальна частина електроустановки, від якої залежить безпека людей. За станом мережі заземлення при експлуатації організується регулярний нагляд. Зовнішню частину заземлюючої проводки оглядають одночасно з поточними й капітальними ремонтами.

На промислових підприємствах не рідше 1 рази в рік вимірюють опір заземлюючих пристроїв, для чого застосовують спеціальні прилади - вимірники заземлення. Щомісяця перевіряють стан пробивних запобіжників. Ці запобіжники встановлюють на стороні нижчої напруги трансформаторів з ізольованої нейтралью при вторинній напрузі до 660 У. При ушкодженні ізоляції обмоток трансформатора й переході вищої напруги на обмотку нижчого в пробивному запобіжнику відбувається пробій проміжку й сполука мережі нижчої напруги із заземленням. В електроустановках напругою до 1000 У 1 раз в 5 років повинне вироблятися вимір повного опору петлі «фаза - нуль» для найбільш вилучених електроприймачів (не менш 10% від загальної кількості).

**Захисні й попереджувальні засоби.**

Захисні засоби охороняють обслуговуючий персонал від поразки електричним струмом. Їх розділяють на наступні групи: ізолюючі захисні засоби; переносні покажчики (індикатори) напруги; тимчасові переносні захисні заземлення; попереджувальні плакати.

*Ізолюючі захисні засоби* діляться на основні й додаткові. Основні служать для того, щоб можна було працювати, стосуючись ними струмоведучих частин, що перебувають під напругою, додаткові самі по собі не можуть забезпечити безпека, їх можна застосовувати лише з основними ізолюючими засобами.

До основних захисних засобів відносять ізолюючі штанги, якими виконують відключення й включення апаратів, кліщі для установки й зняття трубчастих запобіжників і кліщі для виміру струму. Гумові рукавички, калоші, боти, гумові доріжки й ізолюючі підставки відносять до додаткових засобів. Ізольовані рукоятки монтерського інструмента, а також діелектричні рукавички в установках до 1000 У є основними захисними засобами.

Для виконання операцій з ізолюючою штангою робітник надягає діелектричні рукавички. У зовнішніх установках він, крім того, повинен стояти на підставі з ізоляційного матеріалу.

Ізолюючі кліщі для установки й зняття запобіжників високої напруги застосовують тільки в тому випадку, коли працюючий надяг діелектричні рукавички. Кліщі для виміру струму в ланцюгах високої напруги без відключення ланцюгів використовують при напрузі до 10 кВ тільки при надягнутих діелектричних рукавичках.

Ізолюючі штанги кліщі заборонене застосовувати у відкритих установках під час сирої погоди, дощу й снігу. Штанги, що постійно перебувають на місці, піддають періодичним випробуванням 1 раз в 2 роки для установок напругою вище 1000 У. Вимірювальні штанги, і кліщі випробовують 1 раз у рік.

Застосовують діелектричні гумові рукавички двох видів: для установок напругою до 1000 У и вище 1000 У. По зовнішньому вигляді ці рукавички не відрізняються друг від друга, але їхні захисні властивості різні. Рукавички мають клеймо із вказівкою напруги, для якого вони призначені. Для установок до 1000 У їх випробовують напругою 3,5 кВ, а для установок понад 1000 У - напругою 9 кВ. Рукавички регулярно (1 раз в 6 міс.) піддають спеціальним електричним випробуванням. Крім того, перед уживанням необхідно уважно оглянути, немає чи на них тріщин, порізів і проколів. Для цього закручують кожну рукавичку до пальців. Якщо є дефекти, через ушкоджені місця виходить повітря. Рукавички 1 раз в 3 місяці дезінфікують і посипають тальком. Надягаючи рукавички, їх натягають на рукави верхнього одягу.

Діелектричні калоші й боти виготовляють зі спеціальних сортів гуми ясно-сірий або бежевий кольори й не лакують. Калоші й боти зберігають у темному сухому приміщенні при температурі від 5 до 20° С (на відстані не менш 1 м від печей і опалювальних приладів) і піддають електричним випробуванням 1 раз в 6 міс.

Діелектричні гумові доріжки виготовляють для установок напругою вище 1000 У. Вони повинні мати відповідне клеймо, тільки при наявності, якого їх можна застосовувати як захисні засоби. Електричні випробування доріжок виконують 1 раз в 2 роки. Крім випробувань, їхній 1 раз у Змії, піддають зовнішньому огляду й при виявленні тріщин, міхурів в експлуатацію не допускають.

Ізолюючі підставки складаються з дерев'яного настилу, установленого на порцелянових опорних ізоляторах. Висота підставки від підлоги до нижньої поверхні настилу повинна бути не менш 100 мм. Настил роблять із планок добре висушеного дерева й офарблюють олійною фарбою або подвійним шаром лаку. Зазор між планками повинен бути не більше 25 мм.

*Переносні покажчики (індикатори) напруги* мають звичайно неонову лампу й ізолюючу штангу. Доторкнувшись покажчиком до струмоведучих частин, можна визначити, чи перебувають вони під напругою. Індикатори виготовляють високого (для установок напругою вище 1000 У) і низького (для установок напругою від АЛЕ до 500У) напруги. При користуванні індикатором високої напруги обов'язково застосовують діелектричні рукавички, а в зовнішніх установках - додатково ізолююча підстава.

*Тимчасові переносні захисні заземлення* потрібно при ремонтних роботах приєднувати до землі, а потім до струмоведучих шин. У місцях приєднання переносних заземлень струмоведучі шини необхідно зачищати від фарби й змазувати вазеліном. Провідники переносних заземлень повинні бути мідні перетином не менш 25 мм2.

Багато нещасних випадків відбувається при неправильному користуванні переносним електроінструментом і переносними лампами, тому їх періодично оглядають і перевіряють. У виробничих приміщеннях треба застосовувати переносні інструменти й лампи на напругу 36 В, а в особливо небезпечних приміщеннях - лампи на 12 В. Переносні лампи не повинні мати струмоведучих частин, доступних для дотику. Штепсельні розетки й качани для переносних струмоприймачів у виробничих приміщеннях мають спеціальні контакти для приєднання заземлюючих провідників.

*Попереджувальні плакати* попереджають про небезпеку наближення до частин, що перебуває під напругою, і забороняють виконувати операції з апаратами, якими можна подати напруга на місце робіт, а також указують персоналу місця, підготовлені до роботи, нагадують про вжиті заходи.

Плакати розділяють на чотири групи: застережливі, що забороняють*, що* дозволяютьі що нагадують. Крім того, плакати бувають постійні й переносні.

Крім перерахованих застосовують захисні засоби від дій дуги, продуктів горіння й механічних ушкоджень (захисні окуляри, брезентові рукавиці, протигази).

**5. Розрахунковий лист**

Об'ємна витрата газу, наведена до нормального стану (20°С 101325Па) QHOM = 4200 м3/ч.

1. Дані для розрахунку

А - пристрій

1. Тип - діафрагма
2. Матеріал пристрою - сталь 12Х18Н9Т
3. Поправочний коефіцієнт на теплове розширення Кt = 1,0047

Б - Трубопровід

1. Поправочний коефіцієнт на теплове розширення Кt = 1,0047
2. Внутрішній діаметр D=700мм

У - Вимірюване середовище

Назва газу - природно-доменний газ

Розрахункові витрати - максимальний Qnp=4000м3/год Середній Qср= 2300м3/год

Мінімальний Qmm=1500м3/год

Середня абсолютна температура Т=290К Середній абсолютний тиск ?=110000 Па Розрахункова припустима втрата тиску Рпд=5500Па

Щільність сухого газу в нормальному стані ?н=0,8362 кг/м3

Максимально можливий тиск водяної пари при температурі t=25°C

Відносна вологість у частках одиниці ?=0,89

Відносна вологість у робочому стані ?=0,95

Коефіцієнт стискальності К=1

Проміжна величина для визначення ?=387

Щільність сухої частини газу в робочому стані рс г=0,950кг/м3

Щільність вологого газу в робочому стані ?=0,970кг/м3

Показник адіабати - 1,355

Динамічна в'язкість µ=1,241\*105Па/з

Число Рейнольдса Re=304664,2

Середнє число Рейнольдса Reср=201078,37

**Аркуш вихідних даних**

Загальні дані

Середній барометричний тиск місцевості Рб=101325Па

Трубопровід

1. Внутрішній діаметр D20=700мм
2. Матеріал - сталь 12Х18Н9Т

Вимірюване середовище

1. Найменування: газ
2. Годинна витрата:

мах Qмmax=3200м3/год

середній Qмср= 2300м3/год

мін: Qм хв= 1500м3/год

1. Середня температура t=32°С
2. Середній надлишковий тиск Ри=5,0\*10??мпа
3. Припустимі втрати тиску Рпд=0,5кпа

**Розрахунок пристрою**

Середній барометричний тиск місцевості (100000 - 101325 )Па

Рб=101325Па

Матеріал пристрою й ділянок трубопроводу, між якими встановлюється пристрій для води, газу, пари й гарячого повітря: сталь 12Х18Н9Т.

Ø трубопроводу при 20°С D20 вибираємо по припустимій швидкості речовини в трубопроводі.

Швидкість пари в робочих умовах V=10м/с. По обраній швидкості знаходимо ø трубопроводу



Де: Qmax - максимальна витрата речовини в робочих умовах

337,1мм



Знайдену величину округляємо до стандартного значення D=400мм

Розрахунковий мах витрата Qпр, що є верхньою межею виміру дифманометра, вибирають зі стандартного ряду (1;1,25;1,6;2;2,5;3,2;4;5;6,3;8) 10?.

У цьому випадку:

Qпр=4000м3/год

Середня витрата становить:

Qмср=(1/2-2/3) Qм np

Qм порівн=2/3\*4000=2666,6 м3/год

Мінімальна витрата:

Qм хв.=(1/4-1/3) Qм np

Qм хв=1/4\*4000=1000м3/год

За умовою температура пари t=32°С. В інтервалі температур (0°С - 450°С) коефіцієнт на теплове розширення дорівнює:

Kt=1+?t\*(t-20),

Де £t=(1.38-1.74)\*10¯⁶

Kt=1+1.56\*10¯⁶\*(320-20)=1.00468

Середня абсолютна температура:

Т=t=273

T=303K

Середній абсолютний тиск:

Ра=Ри+Рб

Де Ри - надлишковий тиск,

Рб - барометричний тиск.

Ра=5000000+101325=5101325 Па.

Розрахункова припустима втрата тиску:

Рпд=Рпд'\*(Qм ін/Qmax)?

Де Рпд' - припустима втрата тиску;

Рпд=4500\*(4000/3200)=5625Па

Щільність газу в нормальних умовах знаходимо з таблиці

Рн=0.8362кг/м3.

Показник адіабати для газу

?=0.8362-0.0001\*t

Де t - температура пари

?=0.8227

Динамічну в'язкість газу знаходжу по таблиці:

µ=1.241\*10¯⁵Па\*с. Кг/м3

число Рейнольдса знаходимо по формулі:

Re=0.354\*Qм ін/D\*µ

Де D - діаметр трубопроводу;

Qм - максимальна витрата;

µ- динамічна в'язкість.

Re=0.354\*3200/300\*1.241\*10¯⁵=4,2

Середнє число Рейнольдса:

Reср= Re\*Qм порівн/Qм ін

Де Qм ін- максимальна витрата;

Qм порівн- середня витрата.

Re порівн=2,79

Використовуючи отримані дані, приступаю до розрахунку діафрагми. Для цього використовую наступні залежності:

1). ξ =1-(0.41+0.35м²)\*



Де ?- показник адіабати

м-м- модуль пристрою.

2). ,



Де: Re - число Рейнольдса для витрати Qм ін.

3) Граничне число Рейнольдса Remm вибирають залежно від m:

Для 0.05



для



для 0.59



4) Втрата тиску Рп, Па

Рn=(1-1,035m) P



Розрахунок пристрою полягає у визначенні його діаметра d при обов'язковому виконанні наступних умов:

- стандартний максимальний перепад тиску повинен бути обраний як можна більший, тому що при цьому забезпечується сталість коефіцієнта витрати;

(a=const, якщо Reср (Remin)гр),



* стандартний максимальний перепад тиску повинен бути обраний як можна менший, тому що зі збільшенням перепаду тиску зростають безповоротні втрати тиску; перепад тиску варто вибирати з ряду: (1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3;)\*10n ;
* тобто, перепад тиску потрібно вибирати з умов, що задовольняють цим вимогам; якщо втрата тиску не лімітована, стандартний максимальний перепад вибирають таким , щоб m = 0,2 (при цьому довжини прямих ділянок трубопроводу до й після пристрої виходять мінімальними);
* погрішність розрахунків не повинна перевищувати + 0.1



Таким чином, результат розрахунку діаметра пристрою вважається остаточним, якщо



Де Qм – значення масової витрати, отримане в результаті розрахунку по формулі:

.



Якщо хоча б одне з обмежень не виконується, то розрахунок потрібно скорегувати.

Алгоритм розрахунків

1. підраховуємо додаткову величину З по формулі:

З=



C=8.3861

2. для m=0.2



3. Перевіряю умову (1.17). Тому що воно виконується, задаємося перепадом тиску ∆ Р<



?Р=63000 Па

4. По формулі (1.14) визначаємо ?1=0.99426

5. Обчислюємо допоміжну величину (m?)1:

(mα)=З/ ε1\* (1.21)



(m?)=0.0336

6. По формулі (1.15) визначаємо =0.6094.



7. Уточнюємо значення модуля m:

m=(m?)/?

m=0.055

8. Підраховуємо по формулі втрати тиску Рп. І порівнюємо із припустимими Рп.д

Рп.=49959 Па

Умова виконується з обраним перепадом.

9. Визначаємо значення ?2=0.99443, що відповідає модулю m2

Тому що різниця між ?1 і ?2 не перевищує 0.0005, тоді значення m1 і ?1 уважаємо остаточними.

10. Визначаємо діаметр пристрою по формулі:



*мм*



11. По формулі обчислюємо витрата

кг/год



По формулі обчислюємо погрішність обчислення

,



при цьому виконалася умова



Після розрахунку пристрою знаходимо нижню робочу ділянку шкали дифманометра Qм прmin, на якому :



Qм прmin= .



**Висновок**

Порівняльний аналіз технологічних параметрів отриманих у період досвідченої експлуатації й базовим варіантом приводиться в таблиці 2.

Приклад розрахунку параметрів процесу:

Витрата газу

Період випалу

Час реверсії

Об'єм повітря на горіння

Об'єм повітря на охолодження

Маса завантаження

Маса що вивантажується вапна

507 нм/цикл 840 сек

31000 нм3/година 18000нм3/година 9,600 кг/цикл 5,452кг/цикл

Добова продуктивність; 86400\*5,4527(840+ 100)-500т вапна в добу

Витрата тепла: 507нмВ цикл\* 36043кДж/м3 5,452кг/вапна в цикл

Надлишок повітря на горіння: 31000 нм у год.\*840сек/3600\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 507нм3/цикл\*36043кДж/м3\*1,Н/4200нм3/кДж =3352 кДж/кг вапна(800 ккал/кг вапна) =1,45

**Таблиця 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники технологічного процесу | Розмірність | Прототип | Серія  №1 | Серія  №2 | Серія  №3 | Серія  №4 | Серія  №5 |
| Вид палива | Природний газ | | | | | | |
| Витрата умовного палива | кг/т | 170 | 111 | 112 | 113 | 114 | 120 |
| Теплота згоряння | КДжм\* | 35300 | 36043 | 36043 | 36043 | 36043 | 36043 |
| Коефіцієнт надлишку повітря |  | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| Температура в перехідному каналі | °З | 1200 | 940 | 950 | 1100 | 1170 | 1200 |
| Температура газів, що відходять | °с | 315 | 70 | 75 | 110 | 120 | 150 |
| Характеристика вапна СаО+М§О ППП Час гасіння | мін | 85-95  2+5 3+5 | 85+93  3+7 4+8 | 92+95  2+5 3+5 | 92+95  2+5 3+5 | 92+95  2+5 3+5 | 92+95  2+5 3+5 |
| Питома витрата газу | нм3/т | 149 | 97 | 98.5 | 99,2 | 100 | 105 |

Подачу вапняку на випал роблять порціями по 4,7т через 780+100 нм/т сек у кожну шахту одночасно. Аналіз отриманих даних свідчить, що оптимальні теплотехнічні параметри роботи ГШР печі досягаються при питомій витраті газу в межах 98,5+100 нм/т вапна й коефіцієнті співвідношення газ-повітря 1, 3-І ,5 димових газів забезпечують, що температуру -, у перехідному каналі°950+1170 С и°75+120 С на виході з печі.

Підвищення витрати газу понад 100 нм/т вапна не поліпшує характеристик отриманого вапна, а зменшення витрати газу менш 98,5 нм /т вапна приводить до погіршення якості продукції.

**Список літератури**

1. Виробництво вапна в шахтної печі. Технологічна інструкція ТИ 13-2002. Розроблена І. Н. Фентисовим, О. М. Шебаниц. – К., 2002

2. О.В.Монастирів, О.В.Олександров. Печі для виробництва вапна. – К., 2003

3. Олійник О.В. Технологічна інструкція 81. – К., 2002