

Вівчарик Віктор Володимирович

Розробка автоматизованої системи керування процесом виробництва борату кальцію

Керівник: проф. Стухляк П.Д.

Development of an automatic control system of calcium borate production

АНОТАЦІЯ

У даній роботі був розроблений проект виробництва борату кальцію на стадії сушки методом конвективного сушіння в барабаній сушарці, прямотоком, використовуючи в якості сушильного агента топкові газу від спалювання мазуту.

Згідно технології описана технологічна схема, зроблений вибір технологічного обладнання, виконано розрахунки матеріального, теплового балансу виробництва борату кальцію, конструктивний розрахунок основного і допоміжного апарату - сушильного барабана і циклону.

Розроблено автоматичну систему керування процесом виробництва. Проведено моделювання та оптимізацію регулюючих каналів та налаштовано регулятори.

Модернізація виробництва на вузлі сушки і газоочищення дозволяє одночасно зі зниженням собівартості виробництва зменшити концентрацію шкідливих речовин, що викидаються атмосферу.

Ключові слова: БОРАТ КАЛЬЦІЮ, ТЕМПЕРАТУРА, БАРАБАННА СУШАРКА, КОНТРОЛЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 <i>Методи виробництва борату кальцію.....</i>	<i>6</i>
1.2 <i>Характеристика товарного борату кальцію.....</i>	<i>8</i>
1.3 <i>Фізико-хімічні основи процесу сушіння.....</i>	<i>8</i>
1.4 <i>Норми технологічного режиму.....</i>	<i>10</i>
1.5 <i>Опис технологічної схеми</i>	<i>11</i>
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 <i>Матеріальний баланс.....</i>	<i>18</i>
2.2 <i>Тепловий баланс сушіння.....</i>	<i>22</i>
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	29
3.1 <i>Розробка функціональної схеми автоматизованої системи.....</i>	<i>29</i>
3.2 <i>Опис принципової технологічної схеми барабанної сушарки.</i>	<i>31</i>
3.3 <i>Вибір контрольованих і регульованих параметрів.....</i>	<i>32</i>
3.4 <i>Моделювання процесів сушіння та оптимізація регулятора сушарки</i>	<i>33</i>
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	38
4.1 <i>Система управління охороною праці.....</i>	<i>38</i>
4.2 <i>Вимоги до робочого середовища користувача ЕОМ: мікроклімат, освітлення, рівень шуму, електромагнітне випромінювання.....</i>	<i>41</i>
4.3 <i>Створення і функціонування системи моніторингу довкілля з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території.....</i>	<i>43</i>
4.4 <i>Організація цивільного захисту на об'єктах промисловості та виконання заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження.....</i>	<i>45</i>
4.5 <i>Висновки до шостого розділу.....</i>	<i>48</i>
ВИСНОВКИ	49
БІБЛІОГРАФІЯ.....	50

ВСТУП

Борат кальцію - це особливе неорганічне речовина, що представляє собою сіль борної кислоти і одного з лужноземельних металів - кальцію. Кристали борату кальцію, що не мають кольору і вкрай погано розчиняються в воді, широко застосовуються в хімічній, електронній, фармацевтичній галузях промисловості і в сільському господарстві. Виробництво борату кальцію засноване на взаємодії вапняного молока з оборотними розчинами борнокислотного виробництва. У відділенні сушки з продукту прямою димовими газами видаляється гігроскопічна і кристалізована волога.

Метою роботи є проектування відділення сушки і газоочистки в виробництві борату кальцію зі створенням автоматизованої системи керування процесом.

Завдання - розрахувати матеріальний і тепловий баланс виробництва борату кальцію при сушінні і газоочистки, зробити конструктивний розрахунок сушильного барабану і допоміжного обладнання, розрахувати собівартість борату кальцію.

Предметом дослідження є процес виробництва борату кальцію.

Актуальність даної роботи обумовлена тим, що розвиток хімічної, електронної промисловості, сільського господарства неможливий без використання борату кальцію. Тому розробка автоматизованих систем, які дозволять оптимізувати технологічний процес є актуальним завданням на сьогоднішній час.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Методи виробництва борату кальцію

При виробництві борату кальцію використовується два основні методи:

- Вуглекислотне розкладання продуктів термічної обробки.
- Борнокислотне розкладання продуктів термічної обробки.

I. Вуглекислотне розкладання починається з прокалки руди, яка поступає в млин, де разом з розчинами з другої стадії вуглекислотного розкладання подрібнюється і подається на першу стадію вуглекислотного розкладання.

Пульпа після розкладання надходить в згущувач, де розділяється на освітлену частину (містить борну кислоту), зливає в збірник розчинів і згущене частина, що подається на дисковий вакуум-фільтр. Фільтрат з вакуум-фільтра подається в збірник розчинів, а шлам репульпується розчином з третьої стадії розкладання і подається на другу стадію розкладання. Таким чином проходять послідовно три стадії раз-розкладання. Шлам після фільтрації з третьої стадії розкладання репульпується водою і транспортується в шламосховища.

Розчини зі збірки розчинів піддаються фільтрації на фільтр-пресах з наступним охолодженням і подаються в реактор. У реакторі з розчину додається вапняне молоко, в результаті чого відбувається осадження борату кальцію і поділ на кристалічної і аморфної фаз. Згущене частина відфільтровують на стрічковому фільтрі і відправляють на сушку. Фільтрат разом зі зливом з реактора направляють на 2 стадію розкладання, для репульпації шламу.

II. Виробництво борату кальцію ведеться з використанням розчину з виробництва борної кислоти, який змішується зі спеком - прожареною датолівою рудою. Частина борної кислоти з розчину переходить в тверду фазу в результаті утворення борату кальцію. Після поділу на згущувачах

пульпи спека розчин борної кислоти використовується для отримання товарного борату кальцію, а тверда фаза, яка містить солі борної кислоти, використовується у виробництві борної кислоти.

При цьому можна виділити наступні стадії технологічного процесу:

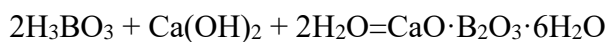
1. Очищення розчину борної кислоти від домішок (сульфатів різних металів) при контакті зі спеком.

2. Поділ пульпи спека з отриманням згущеної пульпи і розчину борної кислоти.

3. Фільтрація розчину і контрольна фільтрація на фільтр-пресах.

4. Охолодження очищеного розчину борної кислоти в пластинчастих теплообмінниках.

5. Осадження борату кальцію в реакторах зі згущеним шаром з ряс-творити борної кислоти вапняним молоком по реакції:



6. Згущення суспензії дрібнодисперсного борату кальцію - слива з реактора і передача освітленого маточного розчину борату кальцію в цех борної кислоти на стадію відмивання шламів борогіпсу.

7. Згущення суспензії борату кальцію на гідроциклонах.

8. Фільтрація суспензії борату кальцію на стрічковому вакуум-фільтрі.

9. Сушка борату кальцію в барабанній сушарці. Відбувається видалення гігроскопічної і частини кристалізаційної вологи.

10. Охолодження готового продукту. Очищення димових газів з сушильного барабану і запиленого повітря від упаковки, в два етапи: суха - в батарейних циклонах, і мокра - в абсорбері з рухомою кільцевою насадкою (АПКН).

11. Упаковка готового продукту.

1.2. Характеристика товарного борату кальцію

Борат кальцію являє собою порошок білого кольору з жовто-сірим відтінком, погано розчинний у воді, має хімічну формулу $\text{CaO} \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, молекулярну масу - 161,73, щільність речовини - 1,9 - 2,2 г / см³, температуру плавлення - 1040-1150 ° С. Борат кальцію пожежо- та вибухобезпечний. За ступенем впливу на організм борат кальцію відноситься до небезпечних речовин (3-й клас безпеки).

Борат кальцію випускається на внутрішній ринок відповідно до норм. При поставках на експорт рівень якості борату кальцію визначається контрактом безпосередньо з фірмою-споживачем. Згідно норм за фізико-хімічними показниками повинен відповідати нормам, зазначеним у табл. 1.1.

Застосовується у виробництві глазури, кераміки, емалей, скловолокна, ряду сортів скла, в лакофарбової, гумотехнічної та хімічної промисловості, сільському господарстві.

1.3. Фізико-хімічні основи процесу сушіння

Тепло для сушіння створюється в ході спалювання мазуту в циклонічній топці. Утворені топкові гази під дією витяжного вентилятора проходять прямотоком з продуктом через сушильний барабан.

Температура продукту на виході з печі становить 185-195 °С. Вихідні гази мають температуру 200-220 °С. Початкова температура димових газів, в топці сушильного барабана, становить 700-800 °С.

Кількість тепла, що подається на сушку залежить від вологості і температури продукту; від вологості повітря; від ентальпії повітря, поступаючого в циклон топку на горіння і на розбавлення. Кількість повітря на горіння визначається кількістю мазуту і його складом.

Таблиця 1.1

Норми для борату кальцію

Найменування показника	Норма
Масова частка борного ангідриду до оксиду кальцію B_2O_3 / CaO , в межах	1.20 - 1.24
Масова частка борного ангідриду (B_2O_3),%, в межах	43
Масова частка оксиду кальцію (CaO),%, в межах	36.5 - 37.5
Масова частка оксиду алюмінію (Al_2O_3),%, не більше	0.04
Масова частка оксиду заліза (Fe_2O_3),%, не більше	0.05
Масова частка оксиду кремнію (SiO_2),%, не більше	0.4
Масова частка оксиду марганцю (MnO),%, не більше	0.1
Масова частка оксиду магнію (MgO),%, не більше	0.3
Масова частка сульфатів (SO_3),%, не більше	0.4
Масова частка оксиду натрію (Na_2O),%, не більше	0.1
Масова частка оксиду калію (K_2O),%, не більше	0.1
Масова частка заліза (Fe), ppm, не більше	5
Насипна маса, г / см ³ , не менше	0,5
Залишок на ситі 2,5К.,%, Не більше	1

Кількість напів-чаєм тепла залежить від теплотворної здатності мазуту і повноти його згоряння.

Розрахунок кількості сушильного агента визначається вологістю результат-ного повітря, кількістю води утворюється при спалюванні мазуту, кількістю води від продукту, а також початковою і кінцевою температурами продукту.

Волога продукту поділяється на поверхневу і кристалогідратну. У процесі сушіння спочатку випаровується поверхнева вода. Потім нагрівається продукт до температури розкладання молекули і відбувається дегідратація кристалогідрату за рівнянням реакції:



При цьому відбувається поглинання теплової енергії витраченої на розрив молекули (відділення чотирьох молекул води з кристалогідрату борату кальцію). Димовими газами несеться волога і пилоподібні частки продукту, продукти горіння.

При очищенні газів, що відходять в циклоні відбувається гравітаційне осадження, осадження під дією інерційних і відцентрових сил твердих частинок.

При очищенні газів, що відходять в абсорбері АПКН відбуваються теплові процеси передачі тепла від нагрітих газів до поглинача (воді) і масообмінні процеси: гази (SO_2 , P_2O_5 , NO_2 , CO) і тверді частинки (пил борату кальцію) частково поглинаються поглиначем (водою)

1.4. Норми технологічного режиму

Перелік основних норм технологічного режиму сушильного відділення:

- температура димових газів в топці сушильного барабана - 700-800 °С;
- тиск мазуту в топці сушильного барабана - 0,9 МПа;
- тиск пара в топці сушильного барабана - 0,27 МПа;
- масова витрата мазуту в топці сушильного барабана - 300-500 кг / год;
- масова витрата пара в топці сушильного барабана - 150-250 кг / год;
- тиск повітря в топці сушильного барабана - 0,3-0,4 кПа;
- об'ємна концентрація надлишку O_2 в димових газах топки електротопного барабана - не менше 1,5%;
- розрядження в сушильному барабані - -0,15-0,2 кПа (автоматично);
- тиск води на кесони сушильного барабана - 0,19 МПа;
- наявність факела в топці сушильного барабана;
- температура газів, що відходять з сушильного барабана - 185-230°С;

- об'ємний витрата маточного розчину борату кальцію на зрошення в АПКН - 30-40 м³ / год;
- температура продукту перед упаковкою - менше 60 °С;
- масова частка В₂О₃ за контрактом 45-46%, на внутрішній ринок не менше 44% (1 раз в 2 год цехова лабораторія);
- інші показники продукту по ОСТ 113-1-9-83.

1.5. Опис технологічної схеми

Технологічна схема виробництва борату кальцію показана на рис 1.1.

Суспензія борату кальцію зі збірки суспензії поз.1 насосом поз.2 подається через гідроциклони поз. 31, 2 на стрічковий вакуум-фільтр поз.4. Вакуумний стіл стрічкового фільтру розділений на дві зони, вакуум в кожній з яких підтримується і регулюється автоматично в межах (-0,3) ÷ (-0,7) МПа.

Злив гідроциклонів і фільтрат з стрічкового фільтру з ресиверів поз.51 і поз.52 надходять до збірки розчинів поз.6, сюди ж надходить слив реакторів осадження борату кальцію. Далі розчин насосами поз.7 подає-ся на фільтр-преси поз.8 для відділення від суспензії дрібнодисперсного борату кальцію. Фільтрат зливається в збірник поз.9 і підкислюється сірчаною кислотою, що надходить з поз.20 цеху №7. Кек з фільтр-преса скидається в збірник поз.11, репульпується маточним розчином з поз.6 і відкачує-ся в цех №7 насосами поз.12.

Вологі кристали борату кальцію з стрічкового фільтру поз.4 поступають на сушку в сушильний барабан поз.13.

Сушка продукту здійснюється прямоютоком димовими газами, що утворилися від спалювання мазуту в циклонічної топці поз.14. Розпилення мазу-та здійснюється через форсунки паром під тиском.

Для повноти згоряння мазуту в топку під тиском нагнітається повітря вентилятором поз.151,2 і в цілях економії мазуту використовується нагріте до 100°С повітря, паркан якого здійснюється біля газоходу.

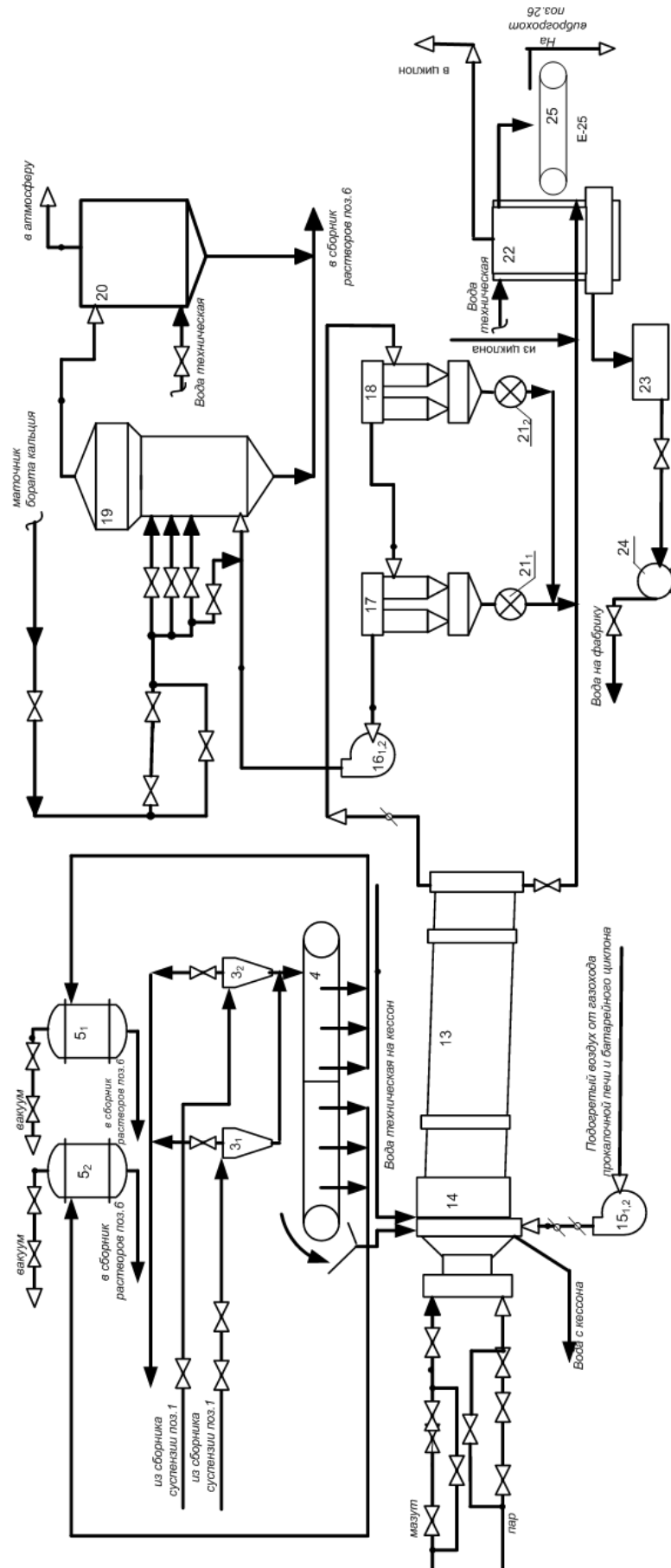


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва борату кальцію.

Сушарка працює під розрідженням (0,15 ÷ 0,2) кПа, створювані вентилятором поз.16, яким запилені гази відсмоктуються з барабана, простягаються послідовно через батарейний циклон поз.17 і мультициклони, зібрані в пакет - поз.18, , де відбувається суха очистка від пилу борату кальцію; і потім під тиском нагнітаються в абсорбер типу АПКН (апарат з рухомою кільцевої насадкою) поз.19, де відбувається мокра очистка зрошенням потоку газу маточником борату кальцію в кількості (30-40) м³ / год, і далі в краплевідбійники поз.20 краплі розчину відбивають від газового потоку, і очищені гази викидаються в атмосферу.

Сухий пил борату кальцію від циклонів поз.17 і 18, розвантажується дискретно шлюзовим живильником поз.21,2 в трубу перед подачею в охолоджувач поз.22. Суспензія з АПКН поз.19 і розчин з краплевідбійника поз.20 зливаються в збірник розчинів поз.6 на вузлі осадження борату кальцію.

Висушена борат кальцію з сушильного барабана зсипається по трубі в охолоджувач поз.22, де охолоджується через сорочку технічною водою, яка зливається в водяній зумпф поз.23 і відкачується на фабрику насосом поз.24 для подальшого використання. Охолоджений борату кальцію з охолоджувача елеватором поз.25 надходить через віброживильник поз.26 в бункер готової продукції поз.27 і на затарювання продукту в м'які контейнери.

Специфікація основного і допоміжного обладнання

При виборі (проектванні) технологічного устаткування необхідно знати фізико-хімічні та інші властивості перероблюваних речовин.

Специфікація на основне і допоміжне обладнання електротопного відділення представлена табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Специфікація на основне і допоміжне технологічне обладнання для
сушильного відділення

Найменування обладнання або технічних пристроїв	Кількість	Матеріал, спосіб захисту	Технічна характеристика
1	2	3	4
Гідроциклон	2	Ст.3	Тип ГЦ-350, діаметр - 350мм
Стрічковий вакуум-фільтр	1	Ст.3, стрічка транспортерна - гумова, тканина - ТСКФ	Тип ЛОН-1У (з ножовим вивантаженням). L стрічки = 23900мм, ел. дв. N = 7,5 кВт, L стрічки = 500мм
Ресивер	1	Ст.3	V = 1м ³
Ресивер	1	Ст.3	V = 0,7м ³
Сушильний барабан	1	Ст.3. Футерований листовою сталлю X18H9T	Габарити: довжина - 22000мм, діаметр - 2000 мм, всередині - насадка. Ел. дв. N = 30кВт.
Охолоджувач готового продукту	1	X18H9T	Q = 4,0т / год, висота - 3000 мм, діаметр - 1800 мм. Усередині гвинт з 6-ти заходною спіраллю, зверху зрошується водою, зазор між стінкою і гвинтом - 5мм. Рух продукту від низу до верху. Ел. дв. N = 40кВт.
Зумпф води	1	Ст.3	V = 1,2м ³ , зварений з листової сталі

Продовження таблиці 1.2			
1	2	3	4
Насос	2	Збірка	Ел. дв. N = 10,7кВт. Тип - КА 45/55, Q = 45м ³ / год, Н напору = 55м вод. ст.
Пневмокамерний насос	1	Ст.3	Тип Т-23-А. Циліндричний апарат з конічним днищем, порожній усередині. У днищі проходить труба з отворами для стисненого повітря. V = 1,4м ³ , P = 6кгс / см ² . Маслостанція, N = 5,5 кВт.
Бункер-розвантажувач	1	X18H9T	V = 2м ³
Шлюзовий живильник	1	-	Ел. дв. постійного струму, N = 6 кВт.
Гуркіт вібраційний	1	Сітка X18H9T, розмір осередків 0,8x0,8мм.	Тип ГИЛ-32. Габарити: довжина - 2500мм, ширина - 1000 мм, висота - 700мм, днище конічний. Ел. дв. N = 4,0 кВт.
Бункер готової продукції	1	X18H9T	Місткість по сухому продукту - 25т
Шнековий живильник (Для упаковки в МКР)	1	-	Діаметр - 400мм. Ел. дв. N = 3кВт (1 швидкість). N = 5 кВт (2 швидкість).

Продовження таблиці 1.2			
1	2	3	4
Ваговий дозатор для упаковки в контейнери (НЕ-стандартний)	1	-	-
Стрічковий конвеєр	1	Довжина - 8000мм, ширина - 600мм. Ел. дв. N = 11кВт	
Батарейний циклон	1	Ст.3	Пакет з 48 циклонів діаметром 500мм
Батарейний циклон	6	Ст.3	ЦН-15 (6 шт.), Діаметр - 700мм
Шлюзовий живильник	2	-	Ел. дв. N = 3кВт
Вентилятор	2	Збірка	Тип ВМ-15, Q по газу - 21000м ³ / ч. ел.дв. N = 132кВт
Абсорбер мокрого пиловловлювання	2	X18H9T	Тип АПКН (апарат пінний з киплячою насадкою, зрошення через 3 форсунки, розташованих по колу)
Краплевідбійники	1	X18H9T	V = 6м ³ , з внутрішньою перегородкою для зміни руху газу.
Батарейний циклон	2	X18H9T	ЦН-15 (4 шт.), Діаметр - 700мм

Продовження таблиці 1.2			
1	2	3	4
Абсорбер мокрого пиловловлювання	2	Ст.3	Тип АПКН (апарат пінний з киплячою насадкою)
Вентилятор	2	Збірка	Тип ВВД-11, Q по газу = 15000м ³ / ч. Ел. дв. N = 40кВт
Вентилятор	2	Збірка	Тип ВВД-11, Q по газу = 15000м ³ / ч. Ел. дв. N1 = 40кВт, N2 = 45кВт

При виробництві борату кальцію приведеного в таблиці обладнання повністю вистачає. При цьому необхідно забезпечити контроль усіх технологічних процесів. Також потрібно для більш якісного регулювання провести розрахунок матеріального балансу для забезпечення всього обладнання вихідними матеріалами та компонентами для роботи.

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Матеріальний баланс

Розрахунок матеріального балансу сушки борату кальцію (по основному компоненту). У табл. 2.1 наведено вихідні дані сушки борату кальцію.

Таблиця 2.1

Вихідні дані сушки борату кальцію

Показник	Од. виміру	Величина
Річний фонд робочого часу, Фопл	год.	7128
Річна навантаження (по умовному продукту), Грік	т / рік	28600
Вміст В2О3 в умовному продукті, СВ2О3ум	%	43
Вміст В2О3 в товарному продукті, СВ2О3тов	%	45,5
Вміст В2О3 в сухому шестіводном бораті кальцію, СВ2О3 сухий	%	9,8
Вологість продукту, w	%	8
Втрати при сушінні і газоочистці, Пс / оч	%	2,5

Навантаження по умовному борату кальцію (G ум) - це кількість продукту, перелічене на умовний (теоретичний) вміст рівний 43% В2О3, що відповідає хімічній формулі $\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Вона визначається за формулою 2.1.

$$G_{\text{ум}} = G_{\text{год}} / G_{\text{раб}} / T_{\text{сут}}, \quad (2.1)$$

де $G_{\text{год}}$ - навантаження по умовному борату кальцію, рівна 28600 т / рік;

$G_{\text{раб}}$ - кількість днів роботи лінії борату кальцію, рівна 297 дням;

$T_{\text{сут}}$ - кількість годин у добі, рівна 24 годинам.

$$G_{\text{усл}} = 28600/297/24 = 4012 \text{ кг / год.}$$

Навантаження по товарному борату кальцію ($G_{\text{тов}}$) - це кількість готового продукту, що містить 45,5% B_2O_3 . Вона визначається за формулою 2.2.

$$G_{\text{тов}} = G_{\text{усл.}} \times CB_{2O_3 \text{ ум}} / CB_{2O_3 \text{ тов}}, \quad (2.2)$$

де $CB_{2O_3 \text{ ум}}$ - вміст B_2O_3 в умовному продукті, рівний 43%;

$CB_{2O_3 \text{ тов}}$ - зміст B_2O_3 в натуральному продукті (товарному), рівний 45,5%.

$$G_{\text{тов}} = 4012 \times 43 / 45,5 = 3792 \text{ кг / год.}$$

в т.ч. B_2O_3 в товарному бораті кальцію $G_{18} = G_{\text{тов}} \times 45,5 / 100\% = 1725,5 \text{ кг / год.}$

Навантаження по товарному борату кальцію з урахуванням втрат при сушінні і газоочистці визначається за формулою 2.3.

$$G_{\text{тов.п}} = G_{\text{тов.}} \times P_{\text{с}} / \text{оч} \quad (2.3)$$

$$G_{\text{тов.п}} = 3792 \times 1,025 = 3886 \text{ кг / год.}$$

в т.ч. $P_{\text{с}} / \text{оч} = G_{\text{тов.п}} - G_{\text{тов.}} = 3886 - 3792 = 94 \text{ кг / год.}$

в т.ч. B_2O_3 у втратах $G_{19} = P_{\text{с}} / \text{оч} \times 45,5 / 100\% = 42,8 \text{ кг / год.}$

Навантаження по сухому шестиводневому борату кальцію ($G_{\text{вих. ін.}}$) - це кількість продукту складу $CaO \cdot B_2O_3 \cdot 6H_2O$. Вона визначається за формулою 2.4.

$$G_{\text{вих. пр.}} = G_{\text{тов.п.}} \times CB_{2O_3 \text{ тов}} / CB_{2O_3 \text{ сухий}}, \quad (2.4)$$

де $CB_{2O_3 \text{ тов.}}$ - зміст B_2O_3 в натуральному продукті (товарному), рівне 45,5%;

$CB_{2O_3 \text{ сухий}}$ - зміст B_2O_3 в вихідному продукті без зовнішньої (гігроскопічної) вологи, рівне 29,8%.

$$G_{\text{сх ін.}} = 3886 \times 45,5 / 29,8 = 5933 \text{ кг / год.}$$

Навантаження по гігроскопической вологи ($W_{\text{гігр.вл}}$) визначається за формулою 2.5.

$$W_{\text{гігр.вл}} = G_{\text{вих. пр.}} \times w / (100 - w), \quad (2.5)$$

де w - вологість продукту, що дорівнює 12%.

$$W_{\text{гігр. вл}} = 5933 \times 8 / (100 - 8) = 516 \text{ кг / год.}$$

в т.ч. кількість солі за рахунок вологості $G_{\text{с.гігр.вл.}} = 809 \times 0,0057 = 3$ кг / год.

$$\text{в т.ч. зміст } B_2O_3 \text{ } G_{20} = G_{\text{с.гігр.вл}} \times 29,8\% / 100\% = 0,001 \text{ т / год,}$$

Навантаження по кристалізаційній волозі ($W_{\text{кріс. Вл.}}$) визначається за формулою 2.6.

$$W_{\text{кріс. вл}} = G_{\text{вих. пр}} - G_{\text{тов}} - P_{\text{с}} / \text{оч} \quad (2.6)$$

$$W_{\text{кріс. вл}} = 5933 - 3886 = 2047 \text{ кг / год.}$$

Кількість вологого вихідного продукту ($G_{\text{ісход ін.}}$), Що подається на сушку, визначається за формулою 2.7.

$$G_{\text{ісход ін.}} = G_{\text{вих. пр.}} + W_{\text{гігр. вл}} \quad (2.7)$$

$$G_{\text{ісход ін.}} = 5933 + 516 = 6449 \text{ кг / год.}$$

Загальна кількість вологи, що видаляється ($W_{\text{общ}}$) визначається за формулою 2.8.

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{гігр. вл.}} + W_{\text{кріс. вл.}} \quad (2.8)$$

$$W_{\text{общ}} = 516 + 2047 = 2563 \text{ кг / год.}$$

Матеріальний баланс пораховано без урахування повітря, мазуту і топкових газів, які будуть визначені в тепловому розрахунку.

Розрахунок газоочистки.

Кількість газів, що відходять з сушильного барабана по тепловому балансу становить 17181,76 кг / год (13289 м³ / год). За даними вимірів концентрація солі борату кальцію на виході з сушильного барабана становить 43906 мг / м³ (583 кг / год).

За практичними даними на газоочисного устаткування очищення газів, що відходять відбувається в такій кількості:

в батарейному циклоні - 72,6%;

в мультициклонного - 41,1%;

в АПКН - 97,9%.

Кількість B_2O_3 виходить з сушильного барабана з пилом борату кальцію визначаємо за формулою 2.9.

$$GB_2O_3 \text{ тов.} = \text{Псушки} \times CB_2O_3 \text{ тов.} / 100\%, \quad (2.9)$$

де $CB_2O_3 \text{ тов.}$ - зміст B_2O_3 в натуральному продукті (товарному), рівне 45,5%;

Псушки- втрати борату кальцію при сушки з сушильного барабана, рівні 583 кг / год.

$$GB_2O_3 \text{ тов.} = 583 \times 45,5 / 100 = 265,3 \text{ кг / год.}$$

Кількість уловленого борату кальцію на стадії очищення в батарейному циклоні визначається за формулою 2.10.

$$\text{Гумов.б / ц} = \text{Псушки} \times \text{сб / ц} / 100\%, \quad (2.10)$$

де сб / ц - ступінь очищення в батарейному циклоні, що дорівнює 72,6%.

$$\text{Гумов.б / ц} = 583 \times 72,6 / 100 = 423,3 \text{ кг / год.}$$

$$\text{в т.ч. } B_2O_3 = 423,3 \times 45,5 / 100 = 192,6 \text{ кг / год.}$$

Кількість уловленого борату кальцію на стадії очищення в мультициклонного визначається за формулою 2.11.

$$\text{Гумов.м / ц} = (\text{Псушки} - \text{Гумов.б / ц}) \times \text{см / ц} / 100\%, \quad (2.11)$$

де см / ц - ступінь очищення в мультициклонного, рівна 41,1%.

$$\text{Гумов.м / ц} = (583 - 423,3) \times 41,1 / 100 = 65,7 \text{ кг / год.}$$

$$\text{в т.ч. } B_2O_3 = 65,7 \times 45,5 / 100 = 29,9 \text{ кг / год.}$$

Кількість уловленого борату кальцію на стадії очищення в АПКНе визначається за формулою 2.12.

$$\text{Гулов.а / ц} = (\text{Псушки} - \text{Гулов.б / ц} - \text{Гулов.м / ц}) \times \text{са / ц} / 100\%, \quad (2.12)$$

де са / ц - ступінь очищення в АПКНе, рівна 97,9%.

$$\text{Гулов.а / ц} = (583 - 423,3 - 65,7) \times 97,9 / 100 = 92 \text{ кг / год.}$$

$$\text{в т.ч. } B_2O_3 = 92 \times 45,5 / 100 = 41,9 \text{ кг / год.}$$

Кількість викинутого в атмосферу борату кальцію після очищення в АПКНе визначається за формулою 2.13.

$$\text{Гвтрат} = \text{Псушки} - \text{Гулов.б / ц} - \text{Гулов.м / ц} - \text{Гулов.а / ц} \quad (2.13)$$

$$G_{\text{втрат}} = 583 - 423,3 - 65,7 - 92 = 2 \text{ кг / год.}$$

$$\text{в т.ч. } B_2O_3 = 2 \times 45,5 / 100 = 0,9 \text{ кг / год.}$$

2.2 Тепловий баланс сушіння

У таблиці 2.2. наведено вихідні дані теплового балансу сушки борату кальцію.

Таблиця 2.2

Вихідні дані теплового балансу сушки борату кальцію

Показник	Од. виміру	Величина
Навантаження по товарному борату кальцію з урахуванням втрат, $G_{\text{тов}}$ кг / год	3886	
Навантаження по умовному борату кальцію, $G_{\text{ум}}$	кг / год	4012
Навантаження по сухому шестиводному борату кальцію, $G_{\text{вих. пр.}}$	кг / год	5933
Навантаження по гігроскопічній волозі, $W_{\text{гігр. вл}}$	кг / год	516
Навантаження по кристалізованій волозі, $W_{\text{кріс. вл}}$	кг / год	2047
Витрата мазуту (експериментальні дані), m	кг / т тов. пр.	114,4
Нижча теплотворна здатність мазуту, $Q_{\text{маз}}$	кДж / кг	41041
Коефіцієнт надлишку атмосферного повітря (розведення і охолодження димових газів)	α	1,78
Коефіцієнт надлишку атмосферного повітря (підсосі в барабані)	α	1 0,5
Температура газу в топці, $t_{\text{топ}}$	°C	400
Температура газів, що відходять, $t_{\text{газ}}$	°C	215

Продовження таблиці 2.2		
1	2	3
Температура продукту, $t_{\text{прод}}$	°C	190
Температура зовнішнього повітря, $t_{\text{в}}$	°C	25
Температура дутьевого повітря, $t_{\text{пар}}$	C	100
Температура вихідного продукту, $t_{\text{ісх.пр}}$	°C	26
Ентальпія пари при тиску 7кгс / см ² , $I_{\text{пари}}$	кДж / кг	2769

Прихід тепла

Прихід тепла з сухим шестіводним Боратом кальцію визначається за формулою 2.14

$$Q_{\text{вих. пр.}} = G_{\text{вих. пр.}} \cdot c_{\text{вих. пр.}} \cdot t_{\text{вих. пр.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.14)$$

де $G_{\text{вих. пр.}}$ - навантаження по сухому шестіводному Борату кальцію, кг / год;

$t_{\text{ісх. пр.}}$ - температура сухого шестіводного борату кальцію, дорівнює 26 ° C;

$c_{\text{ісх.пр.}}$ - теплоємність сухого шестіводного борату кальцію, дорівнює 1,425 кДж / (кг ° C),

$G_{\text{ум.}}$ - випуск умовного борату кальцію, кг / год.

$$Q_{\text{вих. пр.}} = 5933 \cdot 1,425 \cdot 26 / 4012 = 54,79 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Прихід тепла з гігроскопічної вологою шестіводного борату кальцію визначається за формулою 2.15.

$$Q_{\text{гігр. вл.}} = W_{\text{гігр. вл.}} \cdot T_{\text{вих. пр.}} \cdot c_{\text{гігр. вл.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.15)$$

де $t_{\text{ісх. пр.}}$ - температура сухого шестіводного борату кальцію і його зовнішньої вологи рівні, що дорівнює 26 ° C;

$c_{\text{води}}$ - теплоємність води, рівна 4,19 кДж / (кг ° C);

$W_{\text{гігр. вл.}}$ - навантаження по гігроскопической вологи, рівна 809 кг / год.

$$Q_{\text{гігр. вл.}} = 516 \cdot 26 \cdot 4,19 / 4012 = 14 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Прихід тепла з мазутом визначається за формулою 2.16:

$$Q_{\text{маз.}} = G_{\text{маз}} * c_{\text{маз}} * t_{\text{маз}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.16)$$

де $G_{\text{маз}}$ - витрата мазуту, кг / год, визначається за формулою 2.17.

$$G_{\text{маз}} = G_{\text{тов}} * m \quad (2.17)$$

$$G_{\text{маз}} = 3,886 * 114,4 = 444,57 \text{ кг / год.}$$

$t_{\text{маз}}$ - температура мазуту, що дорівнює 95 С.;

$c_{\text{маз.}}$ - теплоємність мазуту, рівна 2,05 кДж / (кг ° С).

$$Q_{\text{маз.}} = 444,57 * 2,05 * 95 / 4012 = 21,58 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Прихід тепла з повітрям визначається.

Прихід тепла з дутьєвим повітрям на горіння визначається за формулою 2.18.

$$Q_{\text{возд.гор.}} = G_{\text{гір.}} * C_{\text{пов.}} * T_{\text{пов.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.18)$$

де $G_{\text{гір.}}$ - витрата дутьєвого атмосферного повітря на горіння визначається за формулою 19.

$$G_{\text{гір.}} = g_{\text{теор.}} * (1 + 1,6 * \text{влагосод. Повітря}) * G_{\text{маз}} * \rho_{\text{возд}}, \quad (2.19)$$

де $\rho_{\text{возд}}$ - щільність повітря, кг / м³, що дорівнює 1,293 кг / м³;

$g_{\text{теор.}}$ - кількість повітря на 1 кг мазуту, м³ / кг, що дорівнює 10,48 м³ / кг.

$$G_{\text{гір.}} = 10,48 * (1 + 1,6 * 0,005) * 444,57 * 1,293 = 6072,4 \text{ кг / год.}$$

$t_{\text{пов.}}$ - температура дутьєвого повітря, що дорівнює 61°С;

вологоміст повітря - 0,005 кг / кг;

$c_{\text{возд}}$ - теплоємність повітря при температурі від 0 до 100 ° С, кДж / (кг ° С), що дорівнює 1,01 кДж / (кг ° С).

$$Q_{\text{возд.гор.}} = 6072,4 * 100 * 1,01 / 4012 = 152,87 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Прихід тепла з дутим повітрям на розбавлення визначається за формулою 2.20.

$$Q_{\text{дуть.}} = G_{\text{дуть.}} * C_{\text{пов.}} * T_{\text{пов.}} / G_{\text{ум}} \quad (2.20)$$

$$G_{\text{дуть.}} = G_{\text{разб.}} - G_{\text{підсос}} \quad (2.21)$$

$$G_{\text{разб.}} = G_{\text{теор.}} * A * G_{\text{маз}} * \rho_{\text{возд.}}, \quad (2.22)$$

де $G_{\text{разб.}}$ - витрата повітря на розведення;

α - коефіцієнт надлишку атмосферного повітря для розведення і охолодження димових газів, що дорівнює 1,78.

$$G_{\text{разб}} = 10,48 * 1,78 * 444,57 * 1,293 = 10723,09 \text{ кг / год.}$$

$$G_{\text{подсос.}} = G_{\text{теор.}} * \alpha_1 * G_{\text{маз}} * \rho_{\text{возд.}}$$

де α_1 - коефіцієнт надлишку атмосферного повітря на підсоці в барабані, рівний 0,5.

$$G_{\text{подсос.}} = 10,48 * 0,5 * 444,57 * 1,293 = 3012,1 \text{ кг / год.}$$

$$G_{\text{дуть}} = 10723,09 - 3012,1 = 7710,99 \text{ кг / год.}$$

$$Q_{\text{дуть.}} = 7710,99 * 100 * 1,01 / 4012 = 194,12 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Прихід тепла з повітрям на розведення за рахунок підсосу визначається за формулою 2.23.

$$Q_{\text{пов. підсвіши.}} = G_{\text{підсвіши.}} * C_{\text{пов.}} * T_{\text{пов.}} / G_{\text{ум}} \quad (2.23)$$

$$G_{\text{подсос.}} = G_{\text{теор.}} * \alpha_1 * G_{\text{маз}} * \rho_{\text{возд.}} \quad (2.24)$$

$$G_{\text{подсос.}} = 10,48 * 0,5 * 444,57 * 1,293 = 3012,1 \text{ кг / год.}$$

$$Q_{\text{возд. подс.}} = 3012,1 * 25 * 1,01 / 4012 = 18,96 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Тепло від спалювання мазуту визначається за формулою 2.25

$$Q_{\text{маз.}} = G_{\text{маз}} * Q_{\text{н}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.25)$$

де $Q_{\text{н}}$ - нижча теплотворна здатність мазуту,

$$Q_{\text{н}} = 9795 \text{ ккал / кг} * 4,19 = 41041 \text{ кДж / кг}$$

$$Q_{\text{маз. гор}} = 444,57 * 41041 / 4012 = 4547,75 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Теплота з паром на розпорошення мазуту визначається за формулою 2.26.

$$Q_{\text{пара}} = G_{\text{пара}} * I / G_{\text{ум}}, \quad (2.26)$$

де I - ентальпія пара, що дорівнює 2769 кДж / кг при тиску пари 7 кгс / см²,

$$G_{\text{пара}} = 0,45 * G_{\text{маз}} = 0,45 * 444,57 = 200,06 \text{ кг / год}$$

$$Q_{\text{пара}} = 200,06 * 2769 / 4012 = 138,08 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Сумарний прихід тепла визначається за формулою 2.27.

$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{вих. пр}} + Q_{\text{гігр. вл}} + Q_{\text{маз}} + Q_{\text{возд. гор}} + Q_{\text{дуть}} + Q_{\text{возд. подс}} + Q_{\text{маз. гор}} + Q_{\text{пара}}$ (27)

$Q_{\text{общ}} = 54,78 + 14 + 21,58 + 152,87 + 194,12 + 18,96 + 4547,75 + 138,08$
 $= 5142,14 \text{ кДж / кг ум. пр.}$

Витрата тепла.

Витрата тепла з сухим товарним продуктом визначається за формулою 2.28.

$$Q_{\text{прод.}} = G_{\text{прод.}} * c_{\text{прод.}} * T_{\text{прод.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.28)$$

де $G_{\text{прод.}}$ - витрата натурального продукту, кг / год;

$t_{\text{прод.}}$ - температура сухого продукту, що дорівнює 190°C ;

$c_{\text{прод.}}$ - теплоємність двуводного борату кальцію, $\text{кДж / (кг } ^{\circ}\text{C)}$, що дорівнює $1,17 \text{ кДж / (кг } ^{\circ}\text{C)}$.

$$Q_{\text{прод.}} = 3886 * 1,17 * 190 / 4012 = 215,32 \text{ кДж / (кг } ^{\circ}\text{C)}$$

Витрата тепла з испаренной гигроскопической вологою і дутьевим паром визначається за формулою 2.29.

$$Q_{\text{гігр. вл.}} = (W_{\text{гігр. вл.}} + G_{\text{пар}}) * (r_{\text{про}} + t_{\text{о.г.}} * c_{\text{пар}}) / G_{\text{ум}}, \quad (2.29)$$

де $W_{\text{гігр. вл.}}$ - навантаження по гигроскопической вологи, кг / год;

$r_{\text{про}}$ - постійний коефіцієнт приблизно дорівнює ентальпії пари при 0°C , якщо вважати через r_{100} , то приймати $t = 215 - 100$, $r_{100} = 2501 \text{ кДж / кг}$;

$c_{\text{пар.}}$ - теплоємність пара, $\text{кДж / (кг } ^{\circ}\text{C)}$, що дорівнює $1,96 \text{ кДж / (кг } ^{\circ}\text{C)}$ при 215°C (в умовах сушіння приймається по температурі відпрацьованих газів).

$Q_{\text{гігр. вл.}} = (516 + 200,06) * (2501 + 215 * 1,96) / 4012 = 521,59 \text{ кДж / кг ум. пр.}$

Витрата тепла на дегідратацію визначається за формулою 2.30.

$$Q_{\text{дегігр. вл.}} = W_{\text{дегігр. вл.}} * i / G_{\text{ум}}, \quad (2.30)$$

де i - теплота дегідратації, рівна $781,3 \text{ кДж / кг}$.

$$Q_{\text{дегігр. вл.}} = 2047 * 781,3 / 4012 = 398,63 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Витрата тепла з испаренной кристаллизационной вологою визначається за формулою 2.31.

$$Q_{\text{кріст. вл.}} = W_{\text{кріст. вл.}} * (R_{\text{про}} + t_{0.г.} * \text{спар}) / G_{\text{ум}} \quad (2.31)$$

$$Q_{\text{кріст. вл.}} = 2047 * (2501 + 215 * 1,96) / 4012 = 1491,07 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Втрати тепла в топці визначається за формулою 2.32.

$$Q_{\text{топ ..}} = G_{\text{маз.}} * Q_{\text{н}} (1 - n) * \alpha / G_{\text{ум}}, \quad (2.32)$$

де n - пірометричний коефіцієнт спалювання мазуту при розпоршити повітрям в циклонних печах, $n = 0,80 \div 0,90$, приймаємо $n = 0,8291$;

α - коефіцієнт надлишку повітря на сушку, рівний 1,78.

$$Q_{\text{топ ..}} = 444,57 * 41041 * 1,78 * (1 - 0,8291) / 4012 = 1383,45 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Витрата тепла та відходять димовими газами визначається за формулою 2.33.

$$Q_{\text{д.г.}} = G_{\text{д.г.}} * C_{\text{д.г.}} * T_{\text{д.г.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.33)$$

де $G_{\text{д.г.}}$ витрата димових газів визначається за формулою 2.34.

$$G_{\text{д.г.}} = (g_{\text{теор.}} + 0,61) * G_{\text{маз}} * \rho_{\text{д.г.}}, \quad (2.34)$$

$\rho_{\text{д.г.}}$ - щільність димових газів, кг / м³;

$(G_{\text{теор.}} + 0,61)$ - кількість м³ димових газів від згорання 1 кг мазуту;

$t_{\text{д.г.}}$ - температура димових газів, що дорівнює 215°C;

$c_{\text{д.г.}}$ - теплоємність димових газів кДж / (кг ° С), що дорівнює 1,349 кДж / (кг ° С).

$$G_{\text{д.г.}} = (10,48 + 0,61) * 444,57 * 1,31 = 6458,67 \text{ кг / год.}$$

$$Q_{\text{д.г.}} = 6458,67 * 215 * 1,349 / 4012 = 466,91 \text{ кДж / кг ум. пр.}$$

Витрата тепла з відходить повітрям на розведення (на розігрів надлишкового повітря) визначається за формулою 2.35.

$$Q_{\text{возд.}} = G_{\text{разб.}} * T_{\text{возд.}} * c_{\text{возд.}} / G_{\text{ум}}, \quad (2.35)$$

де $G_{\text{разб.}}$ - витрата повітря на розведення, кг / год.

$$G_{\text{разб.}} = g_{\text{теор.}} * A * G_{\text{маз}} * \alpha, \quad (2.36)$$

де α - коефіцієнт надлишку атмосферного повітря, для горіння та охолодження димових газів, що дорівнює 1,78.

$$G_{\text{разб.}} = 10,48 * 1,78 * 444,57 * 1,293 = 10723,09 \text{ кг / год.}$$

$$Q_{\text{возд.}} = 10723,09 * 215 * 1,05 / 4012 = 603,37 \text{ кДж / (кг ° С).}$$

Втрати тепла через стінки барабана визначаються за формулою 2.37.

$$Q = K * F_b * (t_{cp} - t_{окр}) / G \text{ ум}, \quad (2.37)$$

де K - коефіцієнт теплопередачі від топкових газів в сушарці до навколишнього повітря через стінку барабана, $K = 3,565 \text{ кДж} / \text{м}^2 * \text{град}$;

F_b - зовнішня поверхня сушильного барабана при, $d = 2,2 \text{ м}$, $L = 22 \text{ м}$
 $F_b = 3,14 * 2,2 * 22 = 151,98 \text{ м}^2$;

t_{cp} - середня температура топкових газів в сушарці, $t_{cp} = (750 + 215) / 2 = 482,5 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{окр}$ - температура навколишнього середовища, дорівнює $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q = 3,565 * 151,98 * (482,5 - 25) / 4012 = 61,78 \text{ кДж} / \text{кг ум. пр.}$$

Сумарна витрата тепла визначається за формулою 2.38.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{прод}} + Q_{\text{гігр. вл}} + Q_{\text{дегігр. вл}} + Q_{\text{кріст. вл}} + Q_{\text{топ}} + Q_{\text{д.г}} + Q_{\text{возд}} + Q \quad (2.38)$$

$$Q_{\text{общ}} = 215,32 + 521,59 + 398,63 + 1491,07 + 1383,45 + 466,91 + 603,37 + 61,78 = 5142,12 \text{ кДж} / \text{кг ум. пр.}$$

Підсумкові дані заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Тепловий баланс сушіння борату кальцію

ПРИХІД ТЕПЛА	кДж / кг ум. пр.	ВИТРАТИ ТЕПЛА	кДж / кг ум. пр.
З сухим шестиводним бор. кальцію	54,78	З сухим товарним продуктом	215,32
З гігроскопічною вологою шестиводного борату кальцію	14	З випареною гігроскопічною вологою	521,59
З мазутом з парою на розпал мазуту	21,58 138,08	На гідратацію	398,63
З повітрям, в з дутим. повітрям на горіння з дут. повітрям на розбавлення з пісмуктуванням повітря	152,87 194,12 18,96	С випареною кристалізованою. вологою	1491,07
		Втрати тепла в топці	1383,45
		з відвідними димовими газами	466,91
		з відвним повітрям на розбавлення	603,37
Від спалюванням мазуту	4547,75	Втрати тепла через стінки барабану	61,78
РАЗОМ:	5142,14	РАЗОМ:	5142,12

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка функціональної схеми автоматизованої системи

Під автоматизацією розуміють застосування методів і засобів автоматизації для управління виробничими процесами. Автоматизація приводить до поліпшення основних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості та зниження собівартості продукції, що випускається, підвищення продуктивності праці. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує високу якість продукції, зменшення браку і відходів, зменшення витрат і енергії.

Контроль сушки борату кальцію передбачає регулювання наступних параметрів:

- автоматична стабілізація навантаження на сушильний барабан з корекцією за рівнем в збірнику суспензії поз.1;
- автоматична стабілізація розрідження в 2-х зонах вакуум-камери стрічкового фільтру поз.4;
- автоматична стабілізація співвідношення пара-мазут при подачі мазуту і пари в циклон топку сушильного барабана поз.13;
- автоматичне регулювання розрідження в сушильному барабані поз.13 зміною тяги в лінії димососа поз.161,2 - -1,2-1,8 кПа;
- автоматичне регулювання температури газів, що відходять з сушильного барабану поз.13 зміною витрати мазуту - 185-230°C;
- автоматичне регулювання об'ємної концентрації O₂ (надлишок) в димових газах на вході в сушильний барабан зміною витрати повітря;
- масова частка B₂O₃ за контрактом 45-46%, на внутрішній ринок не менше 44% (1 раз в 2 год цехова лабораторія);
- автоматичне регулювання витрати маточного розчину борату кальцію на зрошення АПКНов поз.19 через регулюючі клапани.

Функціональна схема контролю і автоматичного регулювання процесу сушіння бората кальцію показана на рис 3.1.

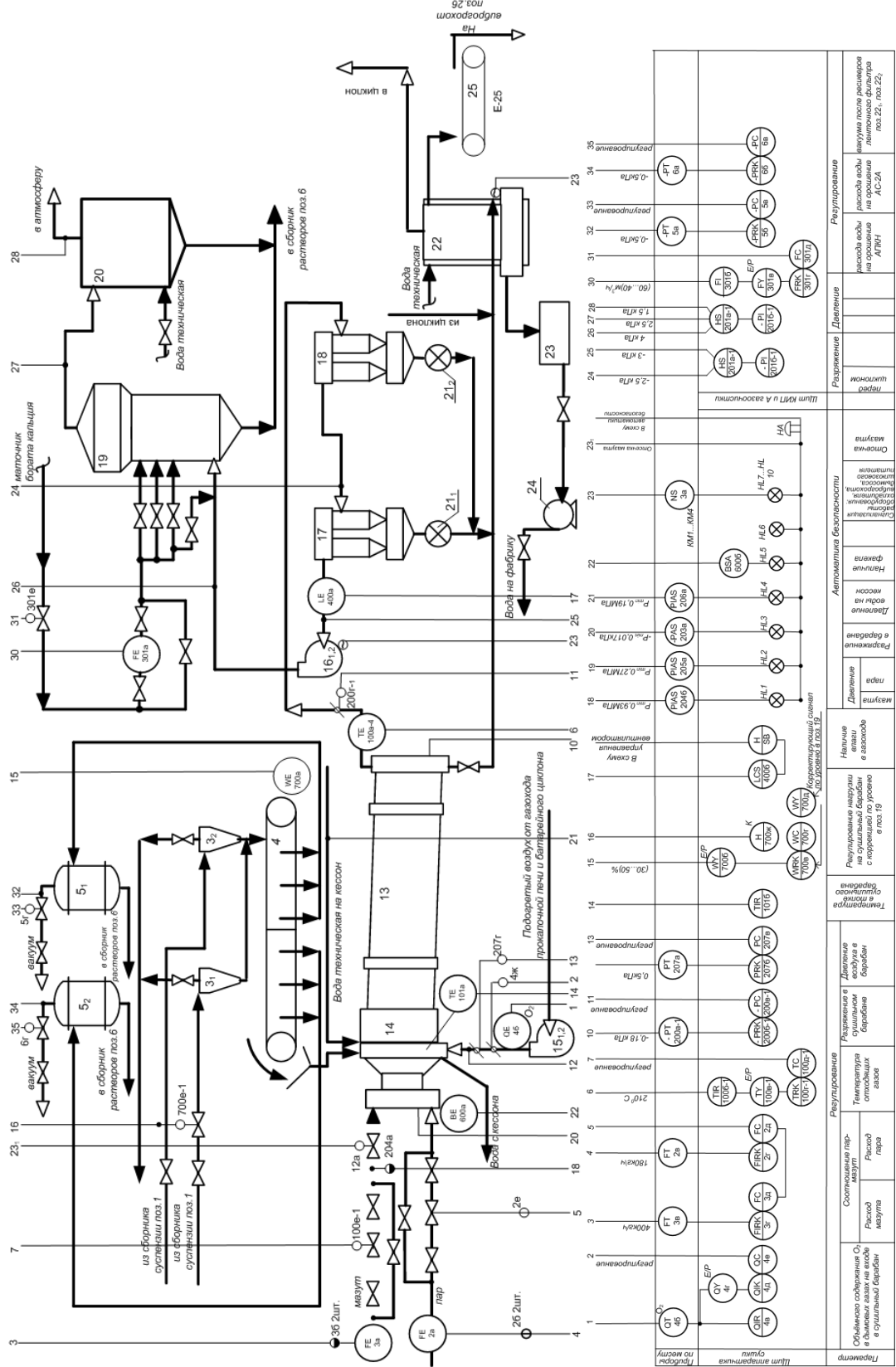


Рисунок 3.1 – Функціональна схема автоматизації.

3.2. Опис принципової технологічної схеми барабанної сушарки.

Вологий матеріал з бункера 1 за допомогою живильника 2 подається в обертовий сушильний барабан 3 з різними насадками, на яких відбувається видалення вологи з матеріалу, що висушується. Нахил барабану забезпечує самопливне висушування проміжного бункера 8. Для усунення нерівномірності сушіння застосовується спрямований рух матеріалу по сушильному барабані 3 через приймально-гвинтову, лопатеву, секторну насадки.

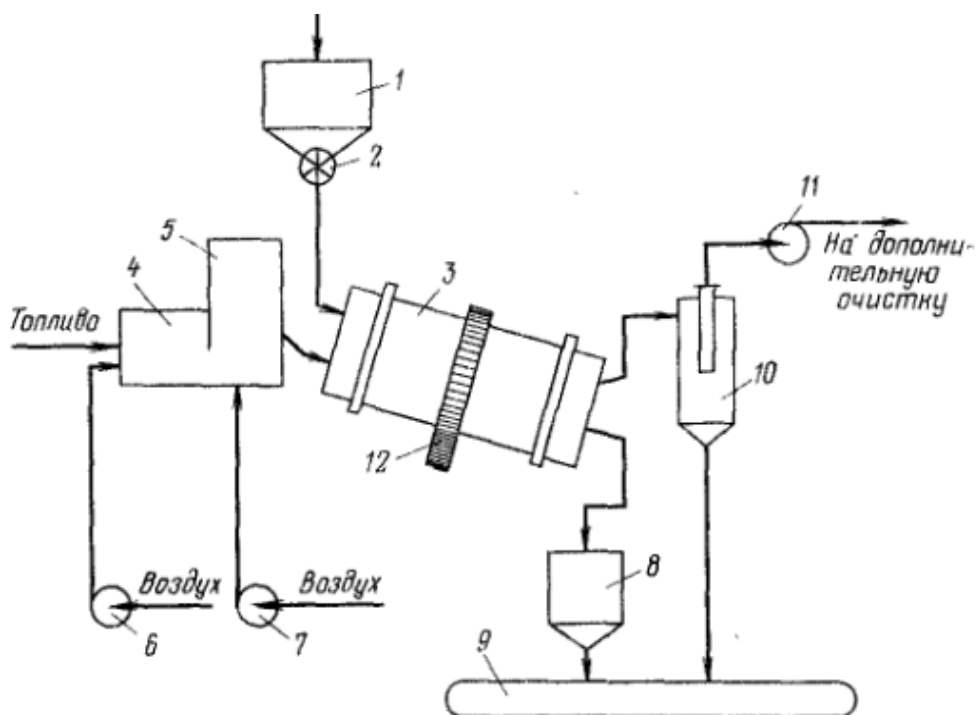


Рисунок 3.2. Принципова схема барабанної сушарки: 1-бункер; 2-живильник; 3-сушильний барабан; 4-топка; 5-камера змішувача; 6, 7, 11-вентилятори; 8-проміжний бункер; 9-транспортер; 10-циклон; 12-левередж

Для інтенсифікації процесу сушіння подача вологого матеріалу проводиться в верхню частину з одного боку сушарки, а видалення сухого матеріалу здійснюється з нижньої частини з протилежного боку установки, подача теплоносія здійснюється навпаки. Обертання сушильного барабана 3

забезпечує рівномірний розподіл часток матеріалу, що висушується в обсязі сушарки: більш дрібні частинки знаходяться у верхній частині сушарки, тому менше піддаються перегріву. Паралельно матеріалу в сушарку подається сушильний агент, що утворюється від згоряння палива в топці 4 і змішання топкових газів з повітрям в камері змішувача 5. Повітря в топку і змішувальну камеру подається вентиляторами 6 і 7. Висушений матеріал з протилежного кінця сушильного барабана надходить в проміжній бункер 8, а з нього на транспортує пристрій 9.

Відпрацьований сушильний агент перед викидом в атмосферу очищається від пилу в циклоні 10. При необхідності проводиться додаткове мокре пиловловлювання.

Транспортування сушильного агента через сушильну установку здійснюється за допомогою вентилятора 11. При цьому установка знаходиться під невеликим розрідженням, що виключає витік сушильного агента через нещільності установки. Барабан приводиться в обертання електродвигуном через зубчасту передачу 12.

3.3. Вибір контрольованих і регульованих параметрів

Завдання управління даним процесом полягає в отриманні матеріалу заданої якості (залишкової вологості) при заданій продуктивності установки. Головним обуренням для нього є зміна витрати вологості матеріалу на вході сушарки, а також зміна початкової температури витрати теплоносія. З перерахованих збурень витрата матеріалу і початкова температура теплоносія можуть бути відносно просто стабілізовані.

Отже, основним збуренням буде зміна вологості матеріалу на вході, а в якості регулюючого впливу доцільно використовувати зміну витрати теплоносія і його температуру.

Нормальна робота барабанних сушарок можлива при контролі температури в сушарці, надходжень і витрат топкових газів і повітря, тиску газів, важливим параметром є кут нахилу барабанної сушарки до горизонту.

Підтримка сталості температури повітря на вході в сушарку забезпечується за допомогою АСР, що змінює подачу паливного газу в топку. Регулюється і подача атмосферного повітря, необхідного для повного згоряння паливного газу. Температура на вході в барабанну сушарку регулюється кількістю палива, що подається в заданому співвідношенні з первинним повітрям і кількістю вторинного повітря, що нагнітається вентиляторами.

У недавні часи контроль і управління цієї технологічної операції підтримку температура на виході барабанної сушарки здійснювався частково. Контроль температури вівся за допомогою застарілих приладів КВП. У технологічній схемі автоматизації барабанної сушарки використані модифіковані прилади КВП з використанням сучасного мікроконтролера.

Заданий тиск газів в сушарці регулюється за допомогою клапана, встановленого на лінії відпрацьованого сушильного агента.

Можна зробити висновок, що при управлінні процесом сушіння слід контролювати витрату палива, атмосферного повітря, вологого і сухого матеріалу, температури сушильного агента на вході і виході з неї, температуру, тиск барабанної сушарки.

3.4. Моделювання процесів сушіння та оптимізація регулятора сушарки

Перед будь-якою спробою спроектувати контролер, необхідно вивчити стан поведінки процесу.

На рис. 3.3 представлено схематичне зображення барабанної сушарки. Продукт перебуває у в'язкій рідкій формі (мальтодекстрини) розподіляється по барабану за допомогою одного або двох супутників. Через конденсацію

пари всередині барабана вода, яка містилася у продукті починає кипіти, тим самим забезпечується сушіння. У протилежній частині ніж збирає висохлий порошок.

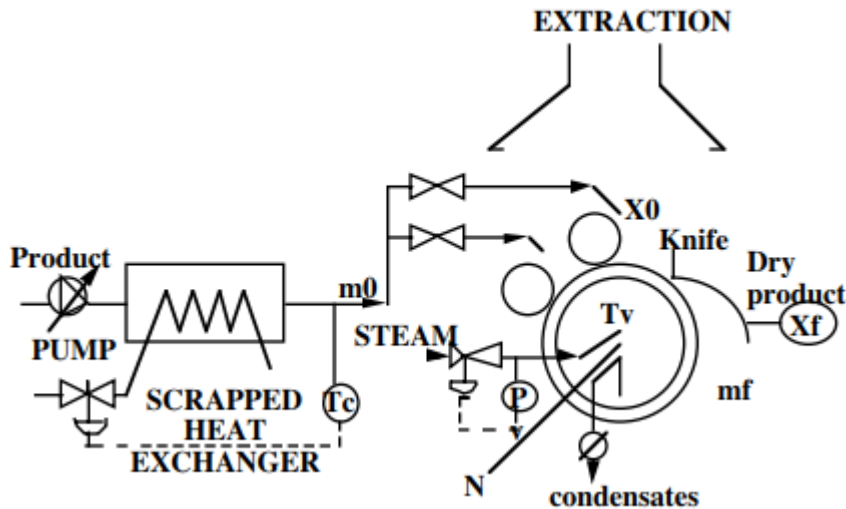


Рисунок 3.3 – Схема барабанної сушарки.

Для оптимізації заданих значень проведено точне дослідження [1]. Дві діаграми представлені на рис. 3.4 показують взаємозв'язок між основними параметрами з точки зору налаштування процесу та якості продукції. Як приклад, товщина плівки має сильний вплив на здатність продукту до регідратації. Щоб зменшити цей параметр, швидкість барабана повинна бути збільшена, але в той же час показник термічного руйнування також зменшується.

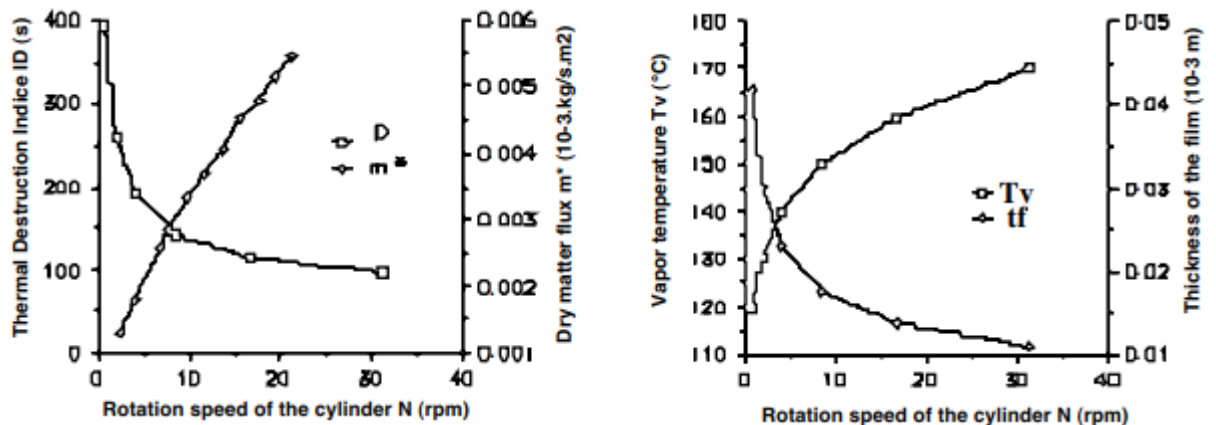


Рисунок 3.4 - Графічне зображення функціональних зв'язків між основними параметрами сушарки.

Це дуже класична ситуація, коли потрібно знайти компроміс. Цей вид дослідження є чудовою підмогою для пошуку оптимального заданого значення, яке відповідає цілям.

Цю роботу також можна виконати за допомогою моделі, заснованої на знаннях зменшення великих експериментальних витрат і підвищення розуміння явища.

МОДЕЛЮВАННЯ

Як ми вже представляли, модель може бути дуже корисною для пошуку оптимального керування та / або задання параметрів процесу.

На рис.3.5 показано схематичне зображення типової триступеневої сушарки.

Три стадії, зверху вниз: високі температури сушіння (120-180 ° C), сушіння середньої температури (від 80 до 120 ° C) та охолодження.

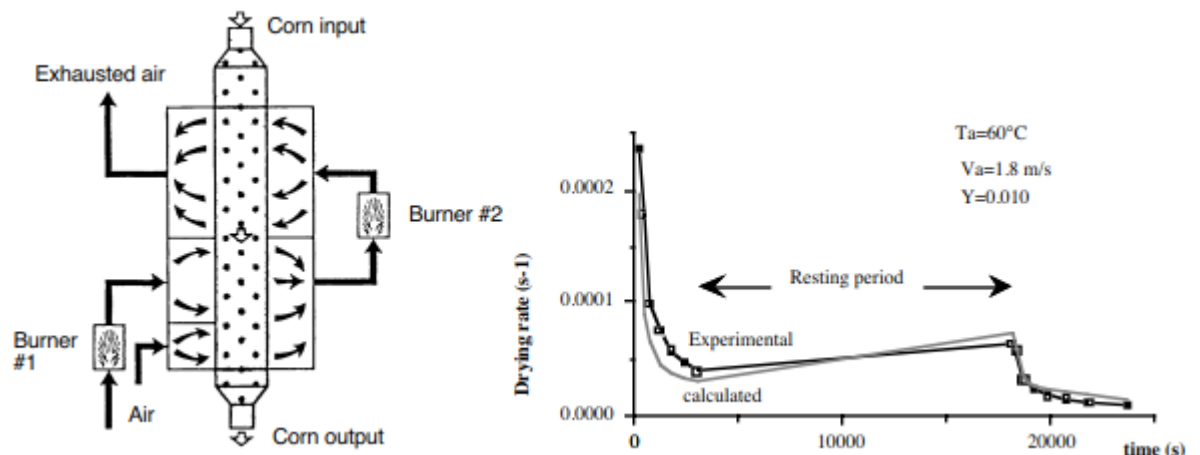


Рисунок 3.5 – Схема сушіння та динамічна модель процесу.

СТРАТЕГІЯ КОНТРОЛЮ

За допомогою моделювання була розроблена стратегія управління:

- керованою змінною є FMC, виміряна за допомогою онлайн ємнісного датчика.
- маніпуляцією змінної є MF (напівнеперервна екстракція).
- петля управління поєднує в собі зворотній зв'язок та дії прямої передачі (з використанням он-лайн вимірювання ІМС), див. рис. 3.6.

- закон управління - це нелінійне перетворення ПІ-регулятора.

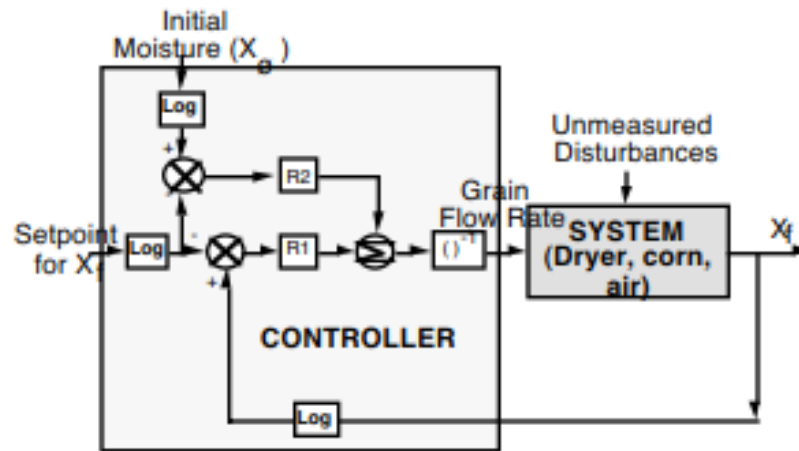


Рисунок 3.6 – Нелінійна стратегія сушіння

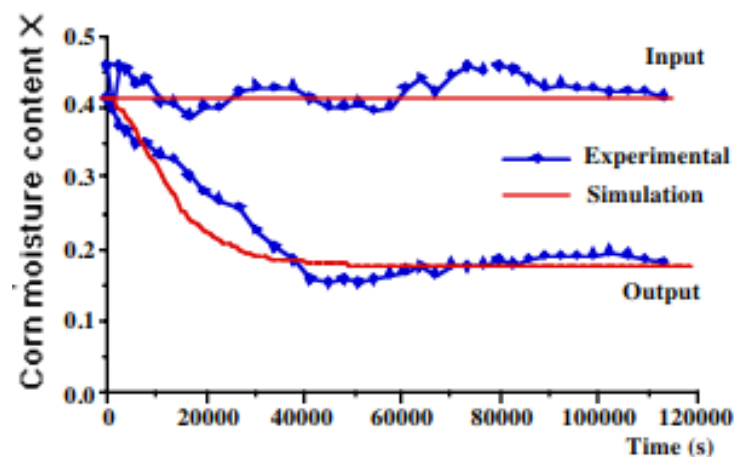


Рисунок 3.7 – Експериментальні і модельовані дані роботи сушарки.

Без подальших модифікацій нелінійний контур управління показав свою адекватність експерименту на напівпромисловій сушарці.

Високі характеристики (наприклад, міцність) були отримані та мають підтвержене моделювання.

Ми перевіряємо кілька інших законів контролю (наприклад, LQG) без суттєвих поліпшень терміну виконання. Це означає, що основне покращення міститься в лінійному перетворенні.

Псевдошум, який спостерігається на рис. 3.8, не може бути усунений контролем закону із існуючими виконавчими механізмами. Таким чином, є простим і надійним логічним контролером "все або нічого" достатньо. Більше того, виникають нові труднощі при розгляді температури продукту при різних місцях на генеральному циліндрі: важлива неоднорідність спостерігається (рис. 3.8).

Яким би приводом ми не користувались (тиск пари, швидкість барабана ...), не можна отримати однорідність. Це призводить до перегляду всього процесу, щоб додати новий привід, що забезпечує повторне вирівнювання температур. Для цього використано індуктор, який розміщений поблизу вологої області барабана.

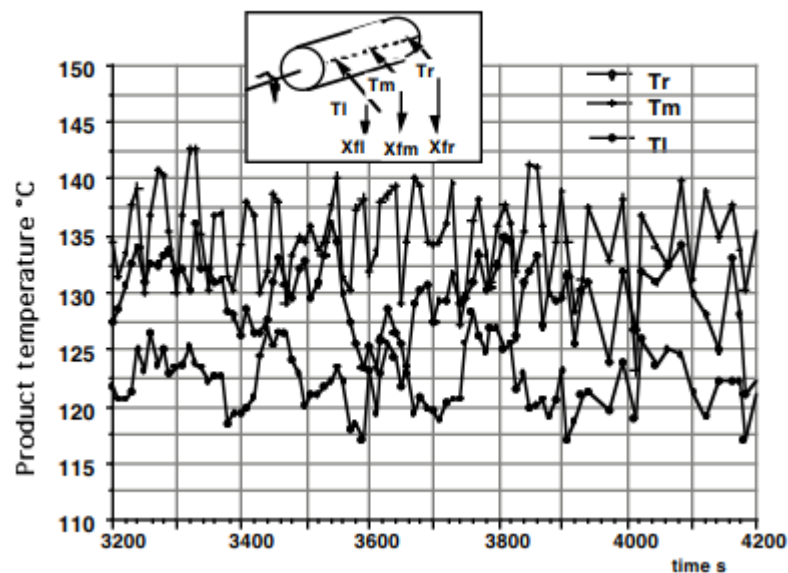


Рисунок 3.8 – Значення температури в трьох ділянках сушарки.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Система управління охороною праці.

Система управління охороною праці (СУОП) — це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці. Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації. Головна мета управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму і профзахворюванням.

Охорона праці базується на законодавчих, директивних та нормативно-технічних документах. При управлінні охороною праці не повинні прийматись рішення та здійснюватись заходи, що суперечать діючому законодавству, державним нормативним актам про охорону праці, стандартам безпеки праці, правилам та нормам охорони праці.

До основних функцій управління охороною праці належать:

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- організація та координація робіт;
- облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- стимулювання діяльності з охорони праці.

Функція планування, в основі якої лежить прогностичний аналіз, має вирішальне значення в СУОП. Планування роботи з охорони праці поділяється на перспективне, поточне та оперативне.

Перспективне планування охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану має бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат із зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства (на 3—5 років) щодо покращення стану охорони праці.

Поточне планування здійснюється у межах календарного року шляхом розроблення та включення відповідних заходів до розділу "Охорона праці" колективного договору.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці у структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються у наказі роботодавця.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються безпосередньо у наказі власника підприємства, який видається за підсумками контролю, або у плані заходів, як додатку до наказу.

Функція СУОП щодо організації та координації робіт передбачає формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу, визначення обов'язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що приймають участь в процесі управління, а також прийняття та реалізацію управлінських рішень.

Контроль за станом охорони праці. Дійове управління охороною праці можна здійснювати тільки при наявності повної, своєчасної і вірогідної інформації про стан охорони праці. Одержати таку інформацію, виявити

можливі відхилення від норм безпеки, а також перевірити виконання планів та управлінських рішень можна тільки на підставі регулярного та об'єктивного контролю.

До основних форм контролю за станом охорони праці належать: оперативний контроль; контроль, що проводиться службою охорони праці підприємства; громадський контроль; адміністративно-громадський трьохступеневий контроль; відомчий контроль вищих органів. Необхідно зазначити, що крім контролю, здійснюється нагляд за охороною праці з боку державних та профспілкових інспекцій.

Адміністрація (роботодавець) для створення безпечних і нешкідливих умов праці працівників і для власної безпеки зобов'язана керуватися переліком таких основних нормативно-законодавчих актів і документів з охорони праці:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Типове положення про службу охорони праці;
- Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися під час навчально-виховного процесу в навчальних закладах (Наказ МОН України № 616 від 31.08.2001 року);
- Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (Постанова КМУ № 1112 від 25 серпня 2004 року);
- Типове положення про навчання з питань охорони праці;
- Положення про розробку інструкцій з охорони праці;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей жінками;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей неповнолітніми;
- Положення про медичний огляд працівників окремих категорій;
- Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;

- Порядок розробки і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, чинних на підприємстві;
- Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (Наказ Держгірпромнагляду від 24.03.2008 року № 53);
- Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці (Постанова Кабінету Міністрів України N 442 від 01.09.1992 року);
- Типове положення про комісію з питань охорони праці;
- Типове положення «Про кабінет охорони праці».

Стимулювання діяльності з охорони праці спрямовано на створення зацікавленості працівників у забезпеченні здорових та безпечних умов праці. Стимулювання передбачає як моральні, та матеріальні заохочення, так і покарання за невиконання покладених на конкретну особу зобов'язань стосовно безпеки праці або порушення вимог щодо охорони праці. До числа останніх належать: премії, винагороди за виконану конкретну роботу, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці. Джерелом стимулювання діяльності з охорони праці є фонди охорони праці.

4.2 Вимоги до робочого середовища користувача ЕОМ: мікроклімат, освітлення, рівень шуму, електромагнітне випромінювання

Приміщення з ЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежегасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ України і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20 кв. м площі приміщення з урахуванням граничнодопустимих

концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

Правила експлуатації ЕОМ встановлюють вимоги безпеки та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання робочих місць користувачів ЕОМ і працівників, що виконують обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, та роботи з застосуванням ЕОМ, відповідно до сучасного стану техніки та наукових досліджень у сфері безпечної організації робіт з експлуатації ЕОМ та з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань.

Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища включають вимоги до параметрів мікроклімату, освітлення, рівень шуму і електромагнітного випромінювання.

У виробничих приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря.

Приміщення з ЕОМ повинні мати природне і штучне освітлення. Природне світло повинно проникати через бічні світлопрорізи, зорієнтовані, як правило, на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників.

Рівні шуму на робочих місцях осіб, що працюють з відеотерміналами та ЕОМ, визначені ДСанПіН 3.3. 2-007-98.

Для забезпечення нормованих рівнів шуму у виробничих приміщеннях та на робочих місцях застосовуються шумопоглинальні засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками.

Рівні електромагнітного випромінювання та магнітних полів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1. 006 "ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля", СН N 3206-85 "Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50 Гц" та ДСанПіН 3.3. 2-007-98.

4.3 Створення і функціонування системи моніторингу довкілля з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території

Державна система моніторингу довкілля - це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Це Положення визначає порядок створення та функціонування такої системи в Україні.

Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн.

Система моніторингу – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Створення і функціонування системи моніторингу з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території, ґрунтується на принципах:

- узгодженості нормативно-правового та організаційно-медичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;

- систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;

- своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання інформації про стан довкілля, що надходить і зберігається в системі моніторингу;

- об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, заінтересованих міжнародних установ та світового співтовариства.

Моніторинг довкілля здійснюють:

- Мінприроди - ґрунтів на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); державного екологічного картування території України для оцінки його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних екосистем (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів); видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною.

- Мінекономіки - ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); сільськогосподарських рослин і продуктів з них (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів).

- Держлісагентство - ґрунтів земель лісового фонду (радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів,

агрохімікатів і важких металів); лісової рослинності (стан, продуктивність, пошкодження біотичними та абіотичними чинниками, біорізноманіття, радіологічні визначення); мисливської фауни (видові, кількісні та просторові характеристики);

– Держгеокадастр - ґрунтів і ландшафтів, зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення і засолення тощо); берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів);

– Мінрегіон - питної води централізованих систем водопостачання (вміст ЗР, обсяги споживання); стічних вод міської каналізаційної мережі та очисних споруд (вміст ЗР, обсяги надходження);

– Держгеонадра - підземних вод (ресурси та використання); ендегенних та екзогенних процесів (видові і просторові характеристики, активність прояву).

Фінансування робіт із створення і функціонування системи моніторингу та її складових частин здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах згідно із законодавством.

Покриття певної частини витрат на створення і функціонування складових частин і компонентів системи моніторингу може здійснюватися за рахунок інноваційних фондів у межах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, міжнародних грантів та інших джерел фінансування.

4.4 Організація цивільного захисту на об'єктах промисловості та виконання заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження

Виходячи з принципів побудови цивільного захисту в Україні слід підкреслити, що територіально - виробничий принцип знайшов втілення в

організації цивільного захисту на об'єктах народного господарства, а також на територіях областей, міст і районів, в тому числі міських та сільських.

Відповідно до статті 16 Кодексу цивільного захисту України та з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру (далі - надзвичайні ситуації), забезпечення стійкого функціонування об'єктів в умовах особливого періоду Кабінет Міністрів України.

Поставляє установити, що дія цієї постанови поширюється на органи управління цивільного захисту, а саме на центральні органи виконавчої влади, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київську та Севастопольську міські, районні, районні у м. Києві та Севастополі державні адміністрації, військово-цивільні адміністрації, органи місцевого самоврядування та об'єкти незалежно від форми власності, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам та які провадять діяльність та надають послуги в галузях енергетики, хімічної промисловості, підлягають охороні та обороні в умовах надзвичайного стану і особливого періоду, є об'єктами підвищеної небезпеки[47].

Для керівництва поточної роботи з цивільного захисту на об'єкті економіки створюється основний орган управління - штаб цивільного захисту. До складу штабу цивільного захисту входять: начальник штабу і його заступники (помічники) з оперативно-розвідувальної частини, бойової підготовки, житлового сектора.

Посада начальника штабу цивільного захисту передбачається штатним розкладом об'єкта. Начальник штабу є першим заступником начальника цивільного захисту об'єкта і має право за його ім'ям віддавати накази та розпорядження з цивільного захисту. Він є безпосереднім організатором управління цивільним захистом і сповіщення про загрозу або факт надзвичайної ситуації, розвідки, дозиметричного і хімічного контролю, веде поточне та перспективне планування, підготовку формувань і

виробничого персоналу з цивільного захисту та контроль за виконанням всіх заходів з цивільного захисту.

Керівникам функціональних та територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та підприємствам, установам, організаціям незалежно від форми власності, на які поширюється дія цієї постанови, забезпечити:

- уточнення планів реагування на надзвичайні ситуації і планів локалізації та ліквідації наслідків аварій, здійснення заходів щодо запобігання їх виникненню;

- готовність до здійснення оповіщення органів управління та сил цивільного захисту, населення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації та інформування їх про межі поширення, наслідки, способи та методи захисту, а також дії у зоні можливої надзвичайної ситуації;

- спостереження та контроль за ситуацією на об'єктах, на які поширюється дія цієї постанови, територіях цих об'єктів та/або за їх межами, а також здійснення постійного прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій, їх масштабів;

- готовність наявних сил і засобів цивільного захисту, можливість залучення додаткових сил і засобів у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

- створення і використання матеріальних резервів для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків.

Державній службі з надзвичайних ситуацій узагальнювати аналітичні матеріали та подавати їх для розгляду Державній комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій для забезпечення координації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій державного рівня.

Остаточне рішення щодо рівня надзвичайної ситуації з подальшим відображенням її у даних статистики, у тому числі при відсутності достатніх відомостей щодо розвитку надзвичайної ситуації, приймає спеціально

уповноважений центральний орган виконавчої влади, до компетенції якого входить вирішення питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, за погодженням у разі потреби із зацікавленими міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади. Обов'язково враховується (за його наявності) експертний висновок регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій щодо рівня надзвичайної ситуації.

4.5 Висновки до шостого розділу

В даному розділі було розглянуто актуальні теми безпеки в надзвичайних ситуаціях. Були отримані знання стосовно експлуатації ЕОМ правил і вимогам, які затверджені комітетами по нагляду за охороною праці та іншими органами, які відповідають за безпеку життєдіяльності. Також запобігти негативним змінам стану довкілля та запобігання ліквідації в надзвичайних ситуацій, які загрожують життю і здоров'ю людей.

ВИСНОВКИ

У даній роботі був розроблений проект виробництва борату кальцію на стадії сушки методом конвективного сушіння в барабаній сушарці, прямотоком, використовуючи в якості сушильного агента топкові газу від спалювання мазуту.

Згідно технології описана технологічна схема, зроблений вибір технологічного обладнання, виконано розрахунки матеріального, теплового балансу виробництва борату кальцію, конструктивний розрахунок основного і допоміжного апарату - сушильного барабана і циклону.

Розроблено автоматичну систему керування процесом виробництва. Проведено моделювання та оптимізацію регулюючих каналів та налаштовано регулятори.

Модернізація виробництва на вузлі сушки і газоочищення дозволяє одночасно зі зниженням собівартості виробництва зменшити концентрацію шкідливих речовин, що викидаються атмосферу.

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.

