

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 18 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 88 друкованих сторінок формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі нараховується 20 рисунків. Використано 24 літературних джерела.

Завданням на кваліфікаційну роботу була розробка та дослідження автоматизованої системи для визначення концентрації сухих речовин у сиропі при випарюванні соків. Проведено аналіз відомих технічних рішень, що пов'язані з автоматизацією завдання на проектування. Розроблено кондуктометричний давач для визначення концентрації сиропу. На основі спроектованого давача та розробленої мікропроцесорної системи управління можна проводити дослідження по визначенню концентрації сухих речовин у сиропі при випарюванні соків. Розроблено заходи із забезпечення охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1. Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації технологічного процесу випарювання соку	9
1.2. Обґрунтування актуальності автоматизації виробничого процесу і вибраного напрямку розробки	20
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
2.1. Опис технологічного процесу випарювання соків	26
2.2. Параметри технологічного процесу випарювання соку	28
2.3. Технологічне обладнання.....	30
2.4. Підготовка випарної станції до автоматизації	35
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	37
3.1. Аналіз вихідних даних на проектування базового варіанту системи автоматизації випарної станції	37
3.2. Обґрунтування необхідності проектування автоматизованої системи контролю	45
3.3. Підбір стандартних приладів автоматики і розробка структури автоматизованої системи управління.....	46
3.4. Розробка автоматизованої системи контролю	47
3.4.1. Розробка структурної схеми автоматизованої системи керування..	47
3.4.2. Розробка блоку мікропроцесора.....	50
3.4.3. Розробка блоку АЦП.....	57
3.4.4. Розробка блоку вимірювання концентрації.....	60
3.4.5. Розробка блоку ЦАП.....	63

3.4.6. Розробка та розрахунок стабілізованого блоку живлення на 5 В ...	64
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	66
4.1. Основи методу безконтактної кондуктометрії	66
4.2. Розробка схеми давача	69
4.3. Результати випробувань та оцінка чутливості давача	72
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	74
5.1. Розробка програмного забезпечення мікропроцесорного контролера ..	74
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
6.1. Заходи, що забезпечують умови праці на обладнанні, що проектується	77
6.2. Заходи безпеки при експлуатації електроустаткування в цеху, що проектується	78
6.3. Електромагнітний імпульс ядерного вибуху і захист від нього радіоелектронних засобів.....	80
6.4. Шляхи вирішення задачі захисту від ЕМІ.....	82
ВИСНОВКИ.....	85
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	86

ВСТУП

Сучасний досвід показує, що подальший розвиток харчової промисловості є неможливим без удосконалення існуючих підприємств і збільшення ефективності їх виробництва за рахунок застосування високопродуктивного технологічного і теплоенергетичного обладнання, переходу до комплексного автоматизованого виробництва, так як удосконалення виробництва тісно пов'язане з його автоматизацією.

Цукрове виробництво має безперервно-поточний характер і високу ступінь механізації внутрішньозаводських процесів, що зумовлює можливість його автоматизації. Тому вже і раніше здійснювалися спроби спроектувати і застосувати автоматичні пристрої для регулювання процесів цукрового виробництва.

Проектування і впровадження сучасних методів управління процесами такого складного виробництва, як цукрове, вимагають зусиль великого колективу наукових працівників, спеціалістів і робітників цукрових заводів та багатьох організацій.

Завдяки цьому на цукрових заводах все більше впроваджуються машини і технологічні агрегати, обладнані сучасними засобами автоматичного регулювання і знаходять застосування більш досконалі системи управління процесом виробництва.

В теперішній час однією із найважливіших проблем, що стоять перед працівниками цукрового виробництва, є досягнення істотного зниження втрат готової продукції. Це дасть можливість значно підвищити ефективність цукрового виробництва. Як показує вітчизняний та зарубіжний досвід, вирішення цього завдання безпосередньо пов'язане з автоматизацією виробничих процесів.

Отже, автоматизація – майбутнє цукрових заводів і необхідно докорінно змінити відношення до цього питання. Підприємства слід енергійніше і швидше автоматизувати основні ділянки заводів та впроваджувати мікропроцесорну техніку для вдосконалення автоматизованих систем управління (АСУ) виробництвом.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації технологічного процесу випарювання соку

Аналізуючи літературу, можна відмітити, що більшість автоматизованих систем управління процесом випарювання соку в багатокорпусних випарних устаткуваннях базується на принципах керування по відхиленню основних параметрів, обмеження нижніх границь зміни рівня соку у випарних апаратах і подачі аміачної води при недостатньому надходженні соку у перший випарний апарат.

В якості типового вирішення проблеми оптимального управління роботою випарного устаткування розглянемо систему оптимального регулювання рівнів соку у випарних апаратах, яка зображена на рис. 1.1.

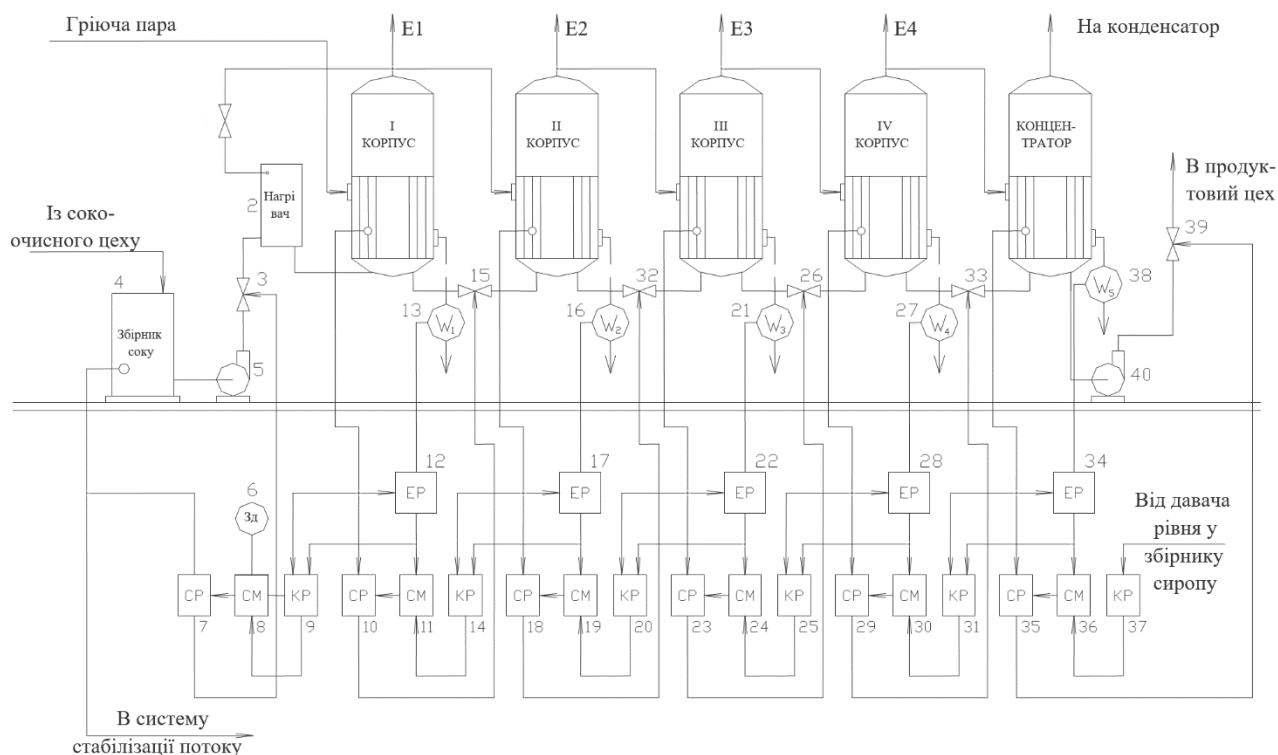


Рисунок 1.1 - Схема системи регулювання рівнів соку

Дана система підтримує оптимальні, з точки зору одержання максимального коефіцієнту тепловіддачі до речовини, а отже, й продуктивності багатокорпусного випарного устаткування (БВУ), рівні соку у кожному випарному апараті.

В основу роботи системи покладено екстремальну залежність коефіцієнта теплопередачі від рівня соку. Показник ефективності (витрати конденсату) безпосередньо вимірюється витратоміром, і пошук оптимального режиму відбувається на об'єкті керування – випарному устаткуванні. Розглянемо роботу системи.

В апаратах БВУ через рівні проміжки часу автоматично на одну і ту ж величину змінюють рівень і слідкують за швидкістю зміни витрат конденсату. Якщо при зміні рівня, наприклад, при збільшенні, витрати конденсату збільшується, тобто, швидкість зміни витрат буде більшою нуля, то приріст рівня продовжують. Коли витрати конденсату зменшуються, наприклад при збільшенні рівня то приріст рівня виконують у зворотному напрямку, тобто рівень зменшують.

Зміну рівня припиняють коли швидкість зміни витрат конденсату стане рівною нулю, тобто витрати конденсату і коефіцієнт теплопередачі максимальні. Це і буде оптимальний рівень.

Апаратна реалізація схеми проста і не вимагає застосування спеціальних обчислювальних пристроїв. Витрати конденсату, наприклад другого випарного апарату, вимірюються витратоміром 16 (див. рис. 1.1). Сигнал з витратоміра поступає на екстремальний регулятор 17, який шляхом примусової зміни регулюючої дії (зміни рівня) здійснює пошук витрат конденсату. Регулююча дія регулятора, зменшуючись із постійною швидкістю, одночасно надходить в сумуючий пристрій 19 і коректуючий регулятор 14, що працює на перший корпус БВУ.

В сумуючий пристрій поступає також сигнал коректуючого регулятора 20 даного корпусу. У вигляді “завдання” в регулятор 20 надходить сигнал екстремального регулятора 22 наступного (третього) корпусу, котрий

намагається підтримувати максимальні витрати конденсату в третьому корпусі. Якщо рівень в третьому корпусі нижчий або рівний оптимальному значенню, то регулююча дія коректуючого регулятора 20 дорівнює нулю. Вихідний сигнал сумуючого пристрою, який в даному випадку буде рівний регулюючій дії екстремального регулятора 17, надходить у вигляді “завдання” на наступний регулятор 18.

Регулююча дія останнього викликає переміщення регулюючого органу 32 на витоці соку із викликає переміщення регулюючого органу 32 на витоці соку із апарату. Регулятор 18 підтримує оптимальний рівень рівним значенню завдання екстремального регулятора. Якщо рівень нижчий оптимального, то прикривається регулюючий орган 32, якщо вищий – прикривається регулюючий орган 15 від впливу свого слідкую чого регулятора 12, “завдання” якому подається від коректуючого регулятора 14. Якщо підвищується рівень соку в третьому апараті, регулюючий орган 32 прикривається, тому що “завдання” слідкуючому регулятору 18 різко збільшується.

В тому випадку, коли з якихось причин припиняється забір сиропу в продуктове відділення або надходження соку із цеху сокоочищення, рівні по корпусам стають максимально або мінімально допустимими умовами експлуатації випарного устаткування. Це відбувається тому, що при досягненні рівня вище або нижче допустимої величини, контури обмеження системи за допомогою комутаторів зрівнюючи реверсів екстремальних регуляторів здійснюють в них штучний реверс вихідного сигналу, а регулюючі органи при цьому послідовно по потоку прикриваються, не даючи можливості оголитися поверхням нагрівання або надмірно наповнитися випарним апаратам. Витрати конденсату при цьому можуть бути не максимально можливими.

Рівень соку у випарних апаратах вимірюється давачами рівня типу УБ (рівнемір буйковий). Ця ланка в системі керування є джерелом істотних похибок, так як такі давачі, як і всі без винятку давачі рівня, мають температурну похибку і похибку від зміни густини соку, що випарюється, тобто вони не враховують зміни фізичних властивостей розчинів при їх випарюванні.

В процесі пошуку досконалої і ефективної системи автоматичного управління процесом випарювання соків були випробувані різноманітні принципи керування, так в схемі ПСА-56 в основу управління роботою випарного устаткування було закладено принцип комбінованого регулювання концентрації сиропу по збуренню (зміні рівня в збірнику соку) і по відхиленню регульованого параметру (концентрації сухих речовин у сиропі). Але прийняті принципи управління випарним устаткуванням призводили до нестійких режимів роботи.

В схемі ПСА-60 в основу автоматизованої системи управління процесом випарювання були покладені принципи керування випарним устаткуванням по відхиленню основних параметрів, обмеження нижніх границь зміни рівня соку у випарних апаратах і подачі аміачної води при недостатньому надходженні соку. Ці принципи виявилися цілком придатними і широко застосовуються в сучасних системах керування.

В подальших розробках застосовувались нові види обладнання, приладів, а також автоматичні системи стабілізації параметрів і автоматичні системи локальної оптимізації технологічного процесу, які базувалися на вищезгаданих принципах, що добре себе зарекомендували.

На сьогоднішній день існує багато варіантів систем, котрі регулюють рівні. До найбільш простих і широко розповсюджених варіантів відносяться системи регулювання рівня на притоці з блокуванням на витоці, регулювання на витоці з блокуванням на притоці. Але в момент блокування різко переривається соковий потік, що веде до нерівномірності сокового потоку в межах устаткування.

Вказаний недолік усувається у системах плавного впливу на притік і витік соку у випарному устаткуванні. В одній із таких систем, схема якої зображена на рис. 1.2.а, на вхід блоку селекції Сл надходить сигнал рівня Н1 в корпусі 1, що інвертується на суматорі См1, і сигнал рівня Н2 в корпусі 2. Вихідний сигнал блоку селекції Сл і сигнал задавача Зд подаються на пропорційний регулятор Р, який здійснює управління регулюючим клапаном, що встановлений на сокопроводі між відповідними корпусами. При заданих значеннях рівня соку у

випарних апаратах 1 і 2 регулюючий клапан, який встановлений на сокопроводі між ними, знаходиться у зрівноваженому, що залежить від початкової настройки регулятора. При низьких рівнях соку в сусідніх корпусах регулювання потоку соку здійснюється на витоці, а при високих – на притоці у випарні апарати. При максимальному рівні в корпусі 1 і при мінімальному рівні в корпусі 2 регулюючий клапан відкривається, при мінімальному рівні соку в корпусі 1, або максимальному рівні в корпусі 2 клапан закривається.

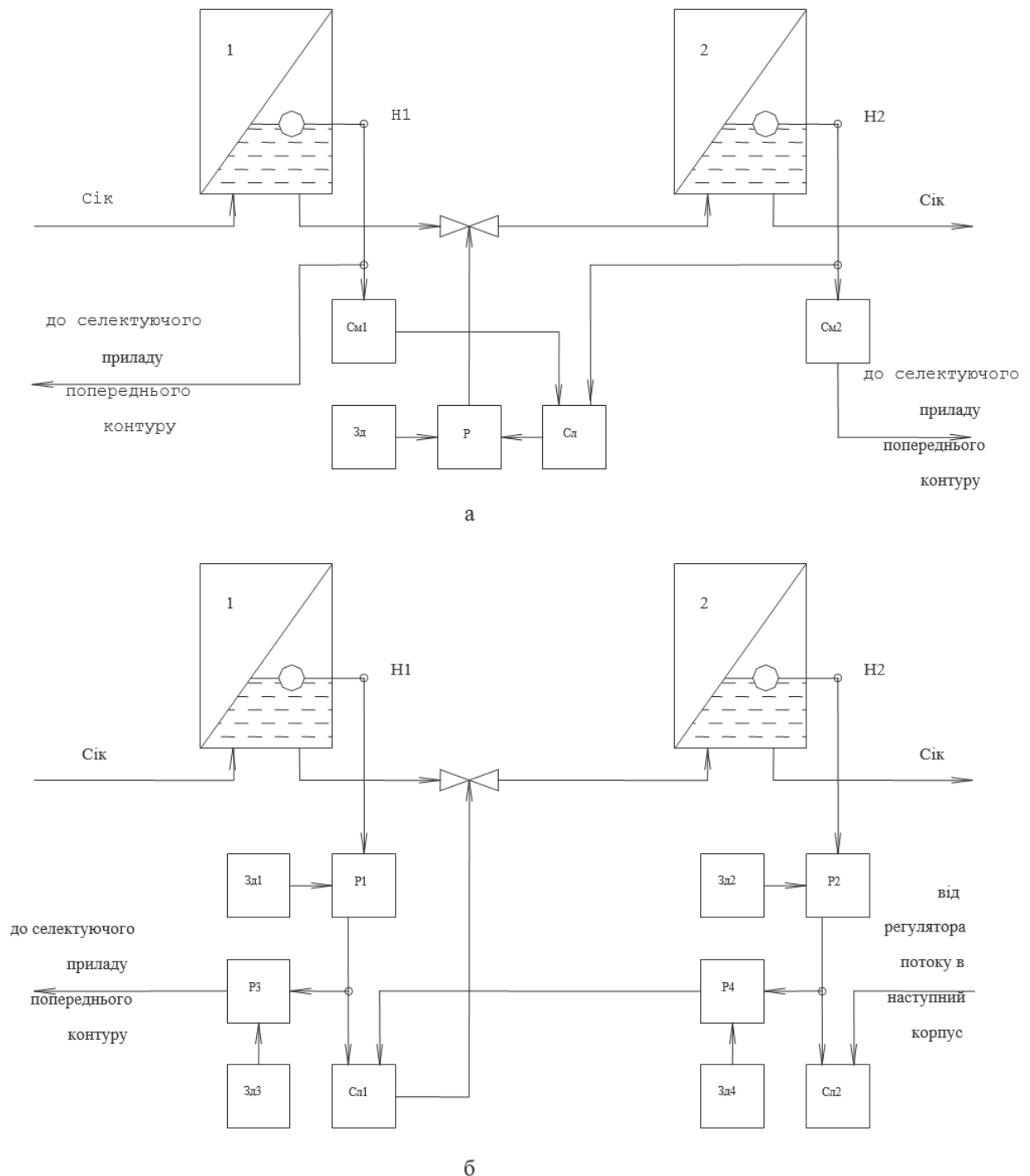


Рисунок 1.2 - Блок-схеми підтримання рівнів в апаратах випарної станції

Схема іншої системи регулювання рівнів соку в корпусах випарних апаратів зображена на рис. 1.2,б. В цій системі регулювання передбачається вплив на витік з плавним обмеженням притоку при підвищенні рівня в наступному апараті до зони обмеження. Підтримання рівнів Н1, Н2 в апаратах 1 і 2 здійснюється регуляторами Р1 і Р2, що впливають на регулюючі органи на витоці з них через селектор Сл1 і Сл2 задавачами Зд1 і Зд2. при вході рівня у верхню зону обмеження регулятори Р3 і Р4 формують сигнал обмеження на притік соку в апарат. Задавачами Зд3 і Зд4 встановлюється зона обмеження рівня. Вибір сигналу керування від регуляторів (Р1 і Р2) на витоці або на притоці (Р3 і Р4) здійснюється блоками селекції (Сл1 і Сл2). Перевага цієї системи полягає в оперативній зміні зони регулювання рівня в апаратах за допомогою давачів Зд1 і Зд2 без зміни налаштування інших елементів системи.

Спосіб автоматичного регулювання рівнів у багатокорпусному випарному устаткуванні (БВУ).

Спосіб автоматичного регулювання рівнів у БВУ шляхом впливу на притік або витік соку в апаратах, що відрізняється тим, що з метою підвищення коефіцієнту теплопередачі, швидкості циркуляції розчину і зменшення тривалості випарювання, вплив на витік або притік соку в апарати здійснюється шляхом підтримання максимального значення витрати конденсату.

Апаратурне оформлення двох останніх схем автоматичного регулювання рівнів у БВУ (див. рис. 1.2) дозволяє легко змінювати задане значення рівня по корпусам, що необхідно по мірі появи накипу на поверхні гріючих камер і при надходженні на випарну станцію соку різної концентрації. Крім того, остання схема (див. рис. 1.2, б) завдяки своїй швидкості на витоці забезпечує максимальну продуктивність функціонування випарного устаткування.

Представлені системи (див. рис. 1.2) автоматичного регулювання рівнів у циркуляційних випарних апаратах є стабілізуючими. Проведемо їх порівняння із каскадно-зв'язаною системою підтримання оптимальних рівнів в корпусах випарного устаткування.

Значення оптимального рівня соку в кожному корпусі, при якому досягається максимальний коефіцієнт теплопередачі, залежить від густини і концентрації розчину, а також від теплового навантаження випарного апарату. Підтримання максимального коефіцієнта теплопередачі приводить до зменшення тривалості процесу випарювання і оптимізації швидкості руху розчину в апараті, що запобігає нарощуванню забарвленості соку і зменшує утворення соку. В свою чергу, коефіцієнт теплопередачі при різних постійних умовах визначає продуктивність апарату, величина якої є комплексним параметром якості проведення процесу.

Згадана вище залежність між коефіцієнтом теплопередачі і рівнем соку в апараті виражається екстремальною кривою, що свідчить про те, що максимальна продуктивність випарного апарату досягається при змінному рівні розчину в ньому.

Система підтримання оптимальних рівнів у випарному устаткуванні відрізняється від системи регулювання на притоці-витоці наявністю коректуючого імпульсу по продуктивності апаратів. Величина продуктивності визначається по витратам конденсату із гріючих камер, що виключає вплив густини соку в корпусах випарного устаткування на вимірювання рівня і підвищує точність його підтримання.

Ми розглянули різні системи автоматичного регулювання рівнів у випарному устаткуванні. Вони відіграють велику роль у забезпеченні ритмічної роботи випарної станції, захищають від розливів соку і розривів потоку, сприяють згладжуванню нерівномірності потоку.

Проаналізуємо систему автоматичного регулювання концентрації сухих речовин або густини сиропу, що використовуються в АСУ процесом випарювання. Дана система є одним із каналів системи автоматичного регулювання випарною станцією.

В схемі, що розглядається, підвищення концентрації сиропу здійснюється за рахунок використання акумулюючої здатності випарного устаткування. З цією метою густиноміром вимірюється густина соку після третього корпусу, а

рівнеміром – рівень соку у збірнику перед випарним устаткуванням. Отриманий сигнал по густині блокується сигналом по рівню таким чином, що при низькій густині стік сиропу із концентратора припиняється, а при підвищеній – відновлюється. Якщо рівень в збірнику підвищиться до заданої межі, то стік сиропу відкривається незалежно від густини сиропу в третьому корпусі. Заданий рівень у збірнику соку встановлюється так, що при його підвищенні не відбулося спрацювання системи стабілізації сокового потоку на заводі.

Для кінцевого регулювання – корекції густини сиропу, що надходить із випарного устаткування на сульфінатор, служить регулятор п'єзометричного густиноміра. При пониженні густини цей регулятор збільшує степінь відкриття поворотної засувки Зв на паропроводі із четвертого корпусу в парову камеру концентратора. При підвищенні густини сиропу, що виходить з випарного устаткування, надходження граючої пари в парову камеру концентратора припиняється і відпрацьована пара подається в надсоковий простір четвертого корпусу регулятором тиску, соленоїдним клапаном і регулюючим пневматичним клапаном, що встановлений на трубопроводі подачі відпрацьованої пари в надсоковий простір четвертого корпусу. Максимально допустимий тиск в четвертому корпусі визначається вимогами переходу соку із третього корпусу в четвертий.

Отже, в схемі, що розглядається доведення густини сиропу до заданої величини здійснюється двоканальною системою, що працює по відхиленню від задання. Якщо концентрація сухих речовин нижче 7 відсотків, перший канал системи збільшує подачу пари в концентратор (п'ятий корпус), а якщо вище 80 відсотків – подача пари в концентратор припиняється і другий канал системи подає сульфітований сік для розбавлення сиропу. Тобто включення концентратора в режим активного корпусу дозволяє змінювати густину сиропу у великих межах. У разі виникнення нестабільного режиму роботи і перевищення або зниження густини сиропу у великих межах ця схема не зможе ефективно відреагувати на таку зміну, що приведе до накипання на стінках випарного апарату трубопроводах.

В першій схемі не забезпечується зміна концентрації сухих речовин в сиропі після концентратора, як це здійснюється в другій схемі. Загалом принципи роботи цих двох схем дуже подібні.

Розглянемо також схему, яка відрізняється від попередніх принципом функціонування. В цій схемі автоматичне регулювання концентрації сиропу ведеться по густині соку після першого апарату багатокорпусного випарного устаткування. Для підтримання кінцевої концентрації сиропу на заданому рівні використовується принцип регулювання по відхиленню кінцевої концентрації з безпосереднім впливом на перший корпус випарного устаткування, так як випарювальна здатність останнього корпусу недостатня для компенсації відхилень регульованої речовини, що виникають при експлуатації. Принцип дії даної схеми полягає в узгодженні необхідної концентрації соку після першого корпусу випарної станції з фактичною концентрацією соку цього ж корпусу.

Обчислювальний пристрій системи виробляє сигнал необхідної концентрації соку по алгоритму

$$B_1^H = B_n^{зад} - \frac{B_n^{зад} \sum_{i=2}^n W_i}{S_i^\Phi}, \quad (1.1)$$

або

$$B_1^H = B_n^{зад} \left(1 - \frac{\sum_{i=2}^n W_i}{W_i^\Phi} \right),$$

де $B_n^{зад}$ – задана концентрація сиропу після n -го останнього корпусу БВУ;

$\sum_{i=2}^n W_i$ – сумарна продуктивність активних корпусів випарного устаткування, починаючи з другого, значення величини якої відпрацьовується як алгебраїчна сума витрат граючої пари на активні корпуси БВУ;

S_1^Φ – фактичні витрати соку після першого корпусу випарного устаткування.

Розглянемо роботу цієї системи. Сигнал від чутливих елементів $1a$ і $2a$ по витратам граючої пари на другий корпус від дифманометрів – витратомірів $1b$ та $2b$ типу ДС-П надходять на прилади для добування квадратного кореня $1g$ і $2g$ типу ПФ1.17 і вторинні показуючі прилади $1d$ і $2d$ типу ППВ1.1. Потім ці сигнали сумуються в блоці $1e$ типу ПФ1.1 і Множаться на ваговий коефіцієнт в приладі множення $1ж$ типу ПФ1.9. Сигнал по витратам граючої пари третього корпусу формується аналогічного за допомогою приладів $3a$, $3u$, $3g$, $3d$, $3z$ і в блоці алгебраїчного сумування $3ч$ типу ПФ1.1 отримується алгебраїчна сума

витрат граючої пари на другий і третій корпуси випарного устаткування $-\sum_{i=2}^n W_i$.

Цей сигнал через реле $3п$, що перемикається, типу ПП2.5, де він може бути замінений на сигнал від ручного задавача $3л$ типу П23Д.4 перемиканням тумблера $3к$ типу П1.Т2, надходить на пневмоелектричний перетворювач $3б$ типу ПЭ-55М і далі в якості діленого – в блок ділення $4в$. Сюди ж в якості дільника надходить сигнал по витратам соку після першого корпусу від індукційних

витратомірів $4a$ і $4б$ типу ПР-51. при цьому реалізується відношення $\frac{\sum_{i=2}^n W_i}{W_i^\phi}$. Потім цей сигнал через електропнемоперетворювач $4г$ типу ЭПП подяється на суматор

$4б$, де реалізується співвідношення $1 - \frac{\sum_{i=2}^n W_i}{W_i^\phi}$, і відповідний сигнал надходить на блок множення $4e$ типу ПФ1.9, де остаточно формується співвідношення (1.1). Відповідний сигнал в якості змінного завдання надходить на пропорційно-інтегруючий регулятор концентрації $5в$ типу ПР3.31, куди в якості змінного надходить і сигнал від густиноміра $5a$. Регулятор впливає на клапан $5с$ типу 25ч32нж, що встановлений на трубопроводі підживлення парою першого корпусу БВУ. При підвищеній фактичній концентрації цукрового розчину регулятор концентрації відповідно зменшує продуктивність першого корпусу випарного устаткування, підтримуючи концентрацію розчину на необхідному рівні.

Розглянутий контур автоматичного регулювання концентрації розчину містить велику кількість приладів пневмоавтоматики, що збільшує похибку вихідних сигналів і зменшує надійність системи. Також дана схема не може забезпечити зміну концентрації соку в останніх корпусах (мається на увазі в автоматичному режимі) при виникненні необхідності коректування кількості сухих речовин у вихідному продукті.

Спільним недолік усіх трьох вище розглянутих систем автоматичного регулювання концентрації соку-сиропу на випарному устаткуванні є те, що концентрація сухих речовин в продукті вимірюється густиномірами, що означає застосування непрямого (опосередкованого) методу вимірювання, який завжди менш точний в порівнянні з прямим методом. Крім того, під час вимірювання густини соку у випарних апаратах виникають великі похибки в результатах вимірювання, тому що в корпусах не існує однорідного середовища, а міститься суміш рідини з паром, тобто газом. Також на результати вимірювань густиномірами суттєво впливає температура, а температурну похибку не завжди вдається повністю компенсувати.

Концентрація сухих речовин в соках випарного устаткування вимірюється також оптичними приладами (рефрактометрами та поляриметрами) і кондуктометрами (переважно на основі контактних методів вимірювання). Але вказані прилади мають багато істотних недоліків, що обмежують можливість їх застосування в автоматизованих системах управління випарним устаткуванням.

Так, рефрактометри і поляриметри вимагають проведення досліджень у лабораторних умовах із створенням затемнення, крім того, їх робочі оптичні поверхні дуже чутливі до появи нальоту, осаду твердих частинок. В свою чергу, контактні кондуктометричні аналізатори вмісту сухих речовин мають великі похибки вимірювань внаслідок поляризації електродів, зміни величини поверхні, що проводить електричний струм, у зв'язку з налипанням і осіданням на електродах частинок або корозії чутливих елементів.

Загалом загальнопромислові давачі малоприменні для вимірювань у цукровому виробництві, в той же час ріст продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нових технологій, направлених на поліпшення якості і

підвищення ефективності виробництва, вимагають оновлення і удосконалення систем керування на базі найновіших засобів вимірювань і автоматизації.

1.2 Обґрунтування актуальності автоматизації виробничого процесу і вибраного напрямку розробки

Розробка та введення в дію автоматизованої системи керування випарним обладнанням забезпечує:

- покращення показників продуктивності виробництва та збільшення її теплової ефективності, що обумовлено стабілізацією температурного режиму і підвищенням коефіцієнтів теплопередачі;
- постачання споживачів соковими парами із стійкими параметрами внаслідок стабілізації тиску сокових парів;
- відсутність витрат готової продукції, викликаних перекиданням соку із соковою парою, із-за усунення переповнення апаратів соком;
- зниження витрат пари по заводу, що досягається в результаті максимального наближення середньої густини сиропу до заданого значення і зменшення виходу пари на конденсатор.

Крім того, автоматизація випарної станції підвищує якість проведення технологічного процесу і дає економію палива при переробці цукрового буряка.

Збільшення рівня соку сприяє підвищенню циркуляції і зниженню продуктивності в результаті зростання температурних втрат, обумовлених гідростатичним ефектом. Також в системах управління функціонуванням випарного устаткування важливу роль відіграє автоматичне регулювання концентрації сиропу, оскільки від нього залежить якість вихідного продукту.

Проведені на конкретних заводах порівняльні дослідження неавтоматизованих та автоматизованих випарних станцій показали, що при ручному регулюванні середня концентрація сиропу була 43 відсотки сухих речовин, а при автоматизованому – 54 відсотки сухих речовин. Підвищення рівня концентрації сиропу при автоматичному регулюванні процесу викликано вирівнюванням сокового потоку, збільшенням коефіцієнта теплопередачі при

підтриманні оптимальних рівнів соку в апаратах і правильною подачею пари на випарне устаткування у відповідності з паровідбором.

Розглянутим системам автоматичного регулювання концентрації сиропу властивий один спільний недолік, який полягає в тому, що концентрація сухих речовин в них вимірюється опосередковано за допомогою густиномірів. Але надійне і якісне вимірювання густини розчину після випарного апарату важко здійснити внаслідок змінних надлишкового тиску і температури навколишнього середовища.

Разом з тим наявність механічних включень, смолоутворення, відкладення твердих осадів, накипо- і піноутворення, відносно висока в'язкість та інші особливості технологічних розчинів і суспензій, високі вологість і температура навколишнього середовища утруднюють впровадження загальнопромислових приладів для контролю складу і властивостей проміжних продуктів цукрового виробництва, таких як сік і сироп випарної станції.

Також в розглянутих схемах систем автоматичного регулювання концентрації сиропу існує недолік, пов'язаний з тим, що регулювання концентрації здійснюється не в усіх корпусах випарного устаткування, а тільки в першому, або в останньому – концентраторі. Це приводить до збільшення нерівномірності сокового потоку по корпусах випарної станції, до відсутності плавності її роботи.

Вказані недоліки можна усунути, розробивши систему керування, в якій вимірювання концентрації сухих речовин в соку, що випарюється, проводилися б спеціальними концентратомірами після кожного корпусу випарного устаткування і з врахуванням результатів вимірювань здійснювалося б управління процесом випарювання соку.

Тобто в цій системі отриманий сигнал по концентрації сухих речовин в соку повинен блокуватися сигналом по рівню з тією метою, щоб при низькій концентрації стік соку із корпусу припинявся і він випаровувався до необхідного значення концентрації сухих речовин, а при підвищенні концентрації стік продукту із апарату відновлювався.

Причому, якщо рівень соку в корпусі випарного апарату підвищиться до заданої межі, то стік соку відкриватиметься незалежно від концентрації сухих речовин у соку даного апарату. Іншими словами, при досягненні рівнів соку граничних значень регулювання проводиться по цьому параметру (рівню), незважаючи на сигнали від концентратомірів.

Удосконалення діючої АСУ випарної станції буде ще більш ефективним, якщо поряд із покращенням способу регулювання застосовуватимуть сучасне технічне забезпечення – мікропроцесорні системи.

Якщо розглядати апаратне оформлення вище приведених схем контурів регулювання, то їх структуру можна спрощено представити схемою, зображеною на рис. 1.3.

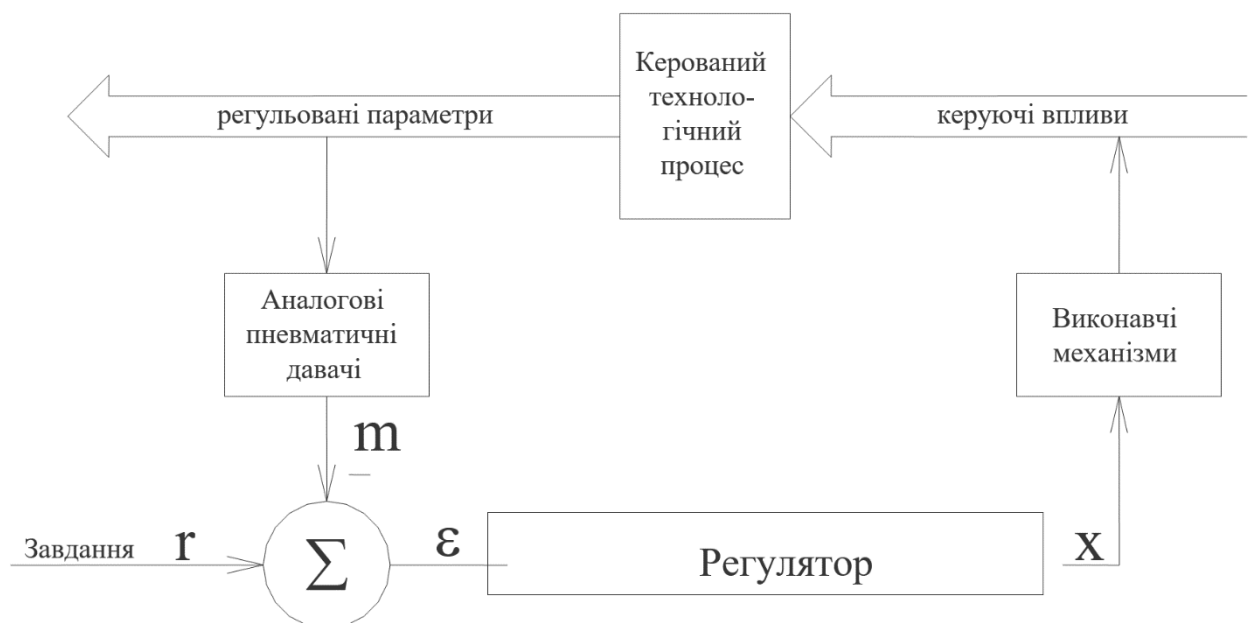


Рисунок 1.3 - Структурна схема контуру автоматичного регулювання з використанням пристроїв пневмоавтоматики

Із схеми видно, що давач вимірює величини змінної технологічного процесу і перетворює цю величину у пневматичний сигнал m , що надходить на вхід регулятора. Регулятор визначає значення відхилення ε виміряного значення m від заданого значення r ($\varepsilon = r - m$) і виробляє керуючий сигнал, який

підсилюючись подається на виконавчий механізм. Останній реалізує керуючий вплив.

Використання аналогових регуляторів забезпечує досить точний неперервний вплив. Але декілька таких регуляторів, встановлених на технологічному обладнанні, не можуть взаємодіяти між собою і вести себе як єдине ціле. Позбавитись цих недоліків можна лише за допомогою мікро-ЕОМ, включивши її в коло зворотнього зв'язку контуру регулювання і замінивши нею певні пристрої пневмоавтоматики (задавачі, суматори, порівнювані, регулятори), як це показано на рис. 1.4, де зображено схему контуру регулювання на основі мікро-ЕОМ.

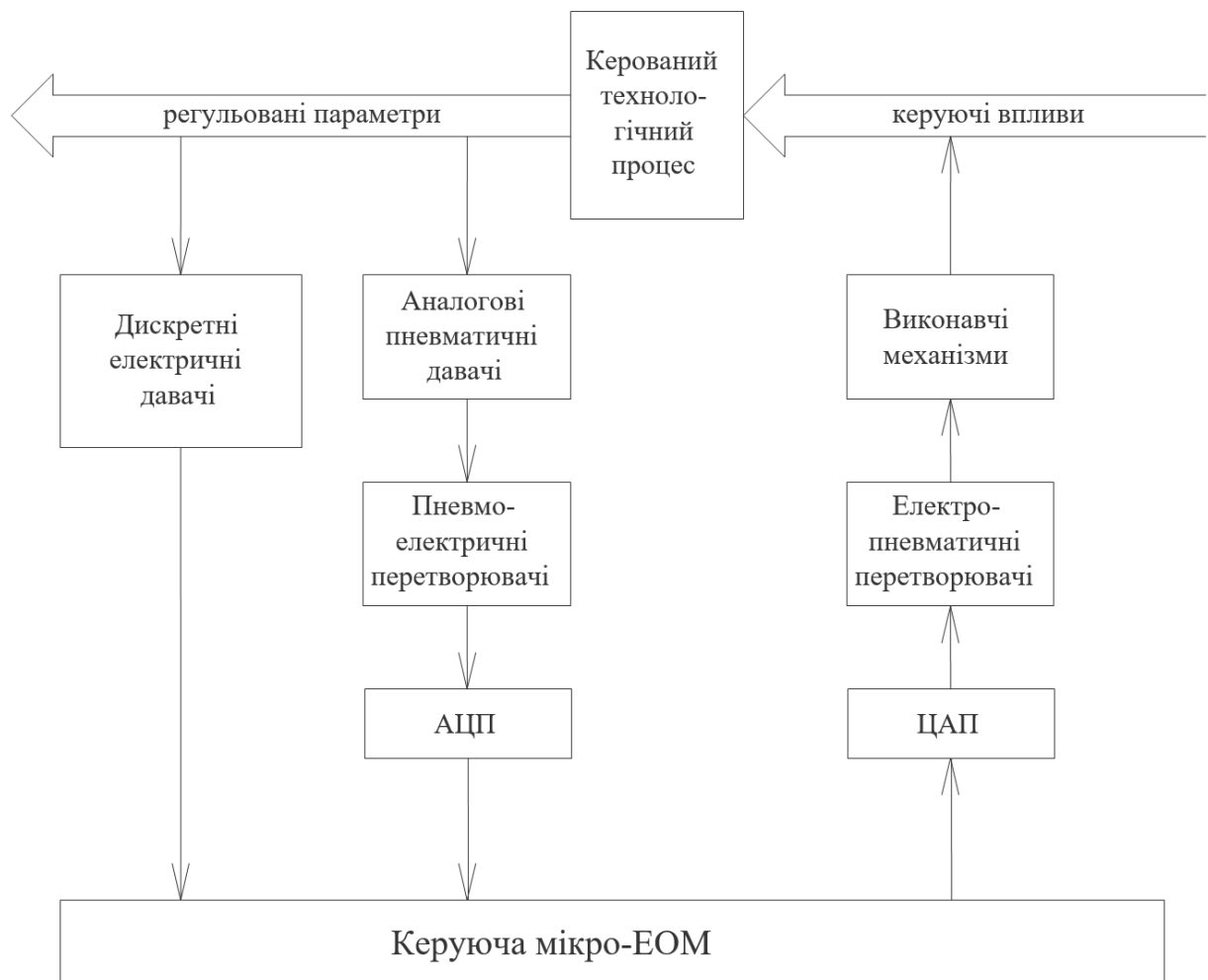


Рисунок 1.4 - Структурна схема контуру автоматичного регулювання з використанням мікро-ЕОМ

Зі схеми видно, що застосування обчислювальних цифрових машин вимагає перетворення пневматичних сигналів від давачів пневматичних в електричні і електричних вихідних сигналів мікро-ЕОМ в пневматичні для пневматичні для пневматичних виконавчих механізмів, а також пристроїв для аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення (АЦП і ЦАП).

Програмовані засоби мікро-ЕОМ в контурі дозволяють здійснювати лінійний (при необхідності взаємозв'язаний, програмний) закон управління і забезпечують виконання таких операцій:

- 1) зчитування заданого і виміряного значення;
- 2) визначення їх різниці;
- 3) вироблення керуючого впливу у відповідності із заданою програмою;
- 4) передача його до ЦАП і на виконавчі механізми.

Використання мікро-ЕОМ в системі управління має ряд переваг у порівнянні з використанням аналогових регуляторів. Ці переваги полягають у тому, мікро-ЕОМ однаково добре працює як в лінійних, так і в нелінійних системах управління, не вимагаючи додаткової апаратури. Всі обчислення відбуваються за програмами, які можна змінити.

Мікро-ЕОМ може регулювати процес при завданні, яке змінюється в часі. При цьому легко змінити коефіцієнт підсилення контуру регулювання, що необхідно при керуванні нелійними процесами. Включення в контур регулювання мікро-ЕОМ дозволяє організувати взаємодію декількох контурів між собою, які ведуть себе як одне ціле, оптимізуючи протікання процесу в цілому.

Контроль роботи системи регулювання здійснюється програмно (за допомогою тестуючих програм). Передача цифрової інформації в контурі регулювання здійснюється з меншою ймовірністю виникнення помилок, ніж при передачі аналогового сигналу.

Застосування мікропроцесорів дозволяє управляти досить складною послідовністю вимірних операцій, здійснювати автоматичне перемикання діапазонів і режимів роботи, усереднювати результати великої кількості

вимірювань, здійснювати температурну компенсацію показів програмованим вводом необхідних поправок.

Застосування мікропроцесорної техніки ідеально узгоджуються з сучасною тенденцією у вимірювальній техніці до переходу від аналогових методів вимірювання до дискретних, що дозволяє підвищити точність вимірювань і знизити трудоемність вимірних операцій.

Поряд з традиційною цифровою індикацією результатів в приладах з мікропроцесорами можна використати вивід на друкуючий пристрій або ПЕОМ, графопобудувач, запис на проміжні носії інформації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технологічного процесу випарювання соків

Важливим фактором, що знижує надійність і продуктивність мережевого обладнання є недопустима зміна вихідної напруги джерел вторинного електроживлення (ДВЕЖ).

Для будь-якого виробництва характеристика вхідного продукту визначає якість проведення технологічного процесу та якість вихідного продукту. В свою чергу по характеристиці вихідного продукту судять про правильність функціонування технологічного обладнання та його системи керування.

На вхід випарної станції, тобто у збірник соку перед першим корпусом станції надходить відфільтрований сік другої сатурації (очищений від осаду карбонату кальцію).

Після випарювання на виході випарної станції, тобто у збірнику готового продукту, отримують сироп.

При використанні випарювальної станції для створення запасів сиропу цей продукт виводиться на зберігання.

В залежності від приведених характеристик при побудові систем автоматичного управління вибирають типи давачів - первинних вимірних перетворювачів, їх конструктивне виконання.

Процедура випарювання в цукровому сиропі використовується для збільшення вмісту цукру в дифузійному очищеному і відфільтрованому розчині за допомогою вилучення з нього вмісту води, що знаходиться у вигляді пари. Процедура відбувається при надлишковому чи атмосферному тиску або у вакуумі. В даному випадку найефективнішим методом є вакуумне випарювання, що пов'язано із тим, що при проведенні випарювання у вакуумі необхідно менше енергії, оскільки температура кипіння соку знижується.

Випарювання повинно здійснюватися з мінімальними затратами тепла і по можливості меншими змінами соку в результаті розкладання сахарози та інших речовин, що входять в його склад, внаслідок перегрівання.

Згущення соку проводиться у випарних апаратах, що мають трубчасту поверхню теплообміну, яка нагрівається насиченою парою з більш високою температурою, ніж температура киплячого соку, тому теплота пари через поверхню нагрівання передається соку. Перед подачею на випарне обладнання з метою підвищення продуктивності його роботи сік нагрівають до температури кипіння.

В процесі згущення температура кипіння розчину підвищується в порівнянні з температурою кипіння чистого розчинника (води). Цим обумовлена так звана температурна депресія і втрата теплового перепаду на її величину.

Сік надходить в початковий корпус випарного устаткування, що нагрівається відпрацьованою в турбогенераторі парою. В першому відділенні із соку випаровується частина води і утворюється вторинна пара (екстра пара). При цьому первинна пара перетворюється в конденсат (аміачну воду). Густих розчин надходить в наступне відділення, де з нього випаровується ще певна кількість води, і так відбувається аж до крайнього відділення (концентратора), звідки знаходить вже сироп.

При випарюванні з метою економії палива, зменшення енергомосткості цукрового виробництва використовується принцип багатократного використання теплоти пари. Цей принцип полягає в тому, що частина вторинної пари, яка утворюється в першому корпусі випарного устаткування, направляється на обігрівання другого корпусу, а частина пари з другого корпусу, в свою чергу, подається на нагрівання соку третього корпусу, потім частина вторинної пари третього корпусу надходить для випарювання соку в четвертому корпусі.

У випарних апаратах знаходиться рідина при температурі кипіння. Пара надходить трохи більш високої температури, ніж температура кипіння води.

Цей температурний перепад витрачається на подолання теплових опорів і забезпечення теплопередачі від пари до речовини. Оскільки теплові перепади, як правило, невеликі, і теплоємність нагріваючої та випарюваної пари близькі між собою, то можна вважати, що в заводських умовах в першому наближенні один кілограм пари випарює один кілограм води.

У випарному устаткуванні пара попереднього апарату направляється на нагрівання наступного. Таким чином, один кілограм нагріваючої пари теоретично повинен випарювати стільки води (в кілограмах), скільки випарних апаратів з'єднано по паровому потоці послідовно. При цьому загальний тепловий перепад від температури нагріваючої пари до температури пари останнього корпусу відповідно розділяється між окремими корпусами. Завдяки цьому досягається багатократне використання теплоти пари.

Рух соку і вторинної пари відбувається в результаті зменшення тиску від першого до останнього корпусу, що підтримується за допомогою вакуум-насосу і барометричного конденсатора. Конденсат із гріючих камер випарних апаратів виводиться в конденсаторні колонки. Концентратор (п'ятий корпус) не обігрівається вторинною парою - в ньому в результаті перепаду тисків відбувається самовипаровування. Зменшення тиску до останнього корпусу дає можливість зменшити температуру кипіння послідовно починаючи з другого корпусу.

2.2 Параметри технологічного процесу випарювання соку

Досягнення заданої якості кінцевого продукту ділянки виробництва і його техніко-економічні показники в значній мірі забезпечують підтримання в певних межах параметрів, що характеризують протікання технологічних процесів. Так, розхід пари на випарювання підтримують в мужах 40-50 відсотків від маси буряка, що переробляється.

В нагрівачу камеру першого корпусу випарного устаткування підводять пару із колектора, де абсолютний тиск складає 0,3-0,4 МПа. Колектор є збірником, в який подається вся відпрацьована пара (пара після турбіни) і частина редукованої пари після котлоагрегатів, яка складає 15% загальної витрати пари на випарне обладнання.

Необхідна продуктивність випарного обладнання реалізується за допомогою досягнення необхідної температурної різниці між нагрівачою парою та парою з сокового розчину, яка досягається за рахунок нормалізації перепаду теплоти на випарній станції - як зміни температур суспензії в крайньому відділенні (концентраторі) та в першому відділенні. Якщо досягнуто заданий перепад тепла, то по відділеннях необхідний тиск забезпечується автоматично, так само як і на об'єкті, що контролюється.

Із збільшенням перепаду тепла між концентратором та першим відділенням процес випарювання стає більш інтенсивним та значно економічним. Температуру випарювання сокового розчину в першому відділенні для запобігання розкладання сахарози обмежують на рівні 126-128°C, а температура випарювання сокового розчину в останньому відділенні визначається технічно можливим залишковим тиском в конденсаторах і не буває нижчою 60°C.

Таким чином, вимірювання тиску або температури, які для насиченої пари зв'язані однозначно, є вирішальним для контролю за роботою і управління функціонуванням випарного устаткування. Прилади для вимірювання тиску мають меншу інерційність і тому більш широко поширені в системах управління цукровим виробництвом.

Якість роботи випарного устаткування оцінюють по густині сиропу на виході із п'ятого корпусу (концентратора), яка підтримується на рівні 65% сухих речовин. При зниженні густини сиропу втрата пари на випарювання різко збільшується, оскільки до випарювання води здійснюють у вакуум-апаратах із двократним застосуванням пари, а час уварювання утфеля (вихідного продукту після вакуум-апаратів) підвищується розчин густиною понад 70% сухих речовин важче відфільтровується.

Одночасно з контролем основних параметрів функціонування випарного устаткування вимірюють ряд допоміжних величин: температуру і витрати соку в перший корпус, тиск і температуру пари в колекторі, початок оголення поверхні нагрівання випарних апаратів, вихід сиропу із концентратора і рівень у забірниках конденсату. Сік, який надходить у перший корпус випарного устаткування, підігрівають у підігрівачах з метою підвищення продуктивності роботи випарних апаратів - зменшення часу випарювання. Ритмічну роботу випарної станції забезпечують регулюванням розходу соку в перший корпус.

Абсолютний тиск пари в колекторі перед випарним устаткуванням підтримують в межах 0,3-0,4Мпа шляхом регулювання продуктивності редуційно-охолоджувального устаткування (РОУ) теплоенергоцентралі.

Про оголення поверхні нагрівання корпусів судять по перепаду тиску між нагрівачою парою і соковою парою випарного апарату.

Контроль за відкачуванням сиропу із концентратора дозволяє судити про ритмічність роботи випарного устаткування, а також регулювати його продуктивність з врахуванням функціонування наступних діляниць.

Знання обґрунтування кількісних характеристик технологічних параметрів для конкретної ділянки виробництва є однією з необхідних умов правильного синтезу систем автоматичного управління, а також вибору серійного або розробки спеціального технічного оснащення.

2.3 Технологічне обладнання

Випарна станція - основна ланка теплового господарства цукрового і найбільший споживач пари на цьому виробництві. Випарне устаткування по можливості функцій, що ним виконуються, займає центральне місце в технологічній та тепловій схемах цукрового заводу. Від його роботи залежить продуктивність всього виробництва, витрати палива, втрати сахарози та якість товарного цукру.

Для підвищення економічності процесу випарювання в цукровому виробництві використовуються багатокорпусне випарне устаткування. В такому обладнанні вторинна пара попередніх корпусів застосовується для обігрівання наступних корпусів випарного устаткування.

Багатокорпусне випарне устаткування, що використовується на цукрових заводах, класифікується по числу ступеней випарювання на три-, чотири- і п'ятикорпусне. В теперішній час в якості типової на цукрових заводах застосовується схема з чотирьох корпусним устаткуванням і концентратором. Останній корпус працює під розрідження. По такій схемі витрата теплової енергії на одну тону переробленого цукру складає 1,147 ГДж.

Випарні станції здебільшого komponуються з випарних апаратів із природною циркуляцією соку, які мають номінальну площу нагрівання 500, 600, 800, 1000, 1180, 1500, 1800, 2120, 2360, 3000 м².

Такий випарний апарат (рис. 2.1) являє собою вертикальну циліндричну посудину, всередині якої знаходиться камера, що утворена за допомогою двох решіток і декількох кип'ятильних труб розмірами 33×15 мм (корисної висоти 3400-4300 мм), кінці яких закріплені в решітках.

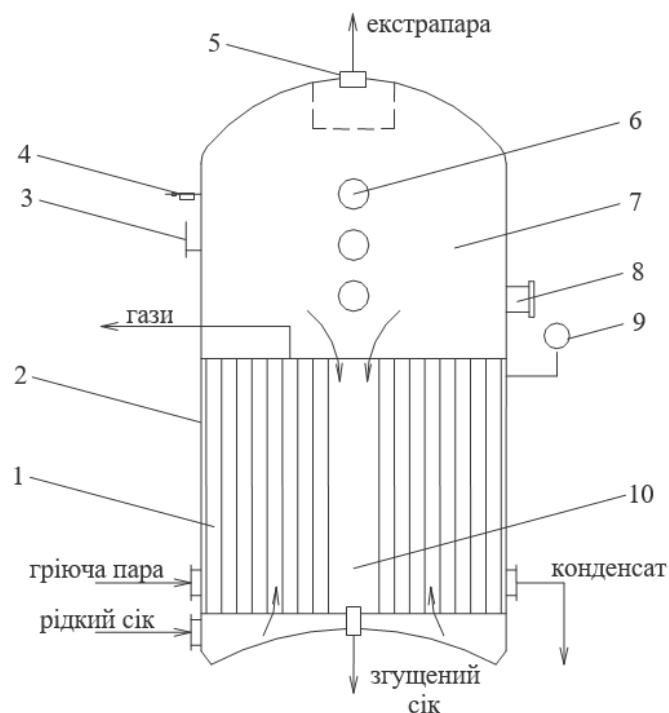


Рисунок 2.1 - Схема випарного апарату

Пара надходить у простір між трубками, який формується стінками корпусу. З нижньої частини апарату відводять конденсат гріючої пари, а з верхньої частини парової камери - газу, що не конденсуються (аміачні газу), і повітря, яке надійшло з шріючою парою.

Отже, внутрішній простір корпусу випарного апарату поділяється на соковий, що заповнений киплячим розчином, і над соковий, куди здійснюється випарювання сокової пари.

Соковий розчин, який випарюється, подається під нижню трубку решітки випарного апарату і певній мірі заповнює кип'ятильні труби гріючої камери 1. В процесі кипіння об'єм сокового розчину зростає, внаслідок чого він повністю заливає труби і просякується над верхньою решіткою. В наслідок цього лопають бульбашки, а пара, яка вивільняється, надходить в простір 7, що знаходиться над соковим корпусом випарного апарату 2. Одночасно з цим, сік по циркуляційній трубці 10 надходить вниз. Певна частина згущеного розчину разом із свіжим соком знову поступають в кип'ятильні трубки, а деяка порція розчину надходить в слідуєчий випарний апарат.

Значення висоти стовпа рівня сокового розчину в кип'ятильних трубках має суттєвий вплив для стабільної роботи випарного обладнання і підтримується на рівні так, щоб здійснювалось лише омивання киплячим соковим розчином верхньої решітки.

Якщо рівень соку менший оптимального, то верхня частина поверхні нагрівання не омивається соковим розчином, що впливає на зменшення продуктивності роботи обладнання, пригорання соку на стінках корпусу.

При вищому за оптимальний рівні сокового розчину погіршується режим передачі тепла та знижується циркуляція розчину. При цьому також є ризик надходження сировини в гріючу камеру наступного відділення.

При дотриманні оптимального рівня сокового розчину і кип'ятильних трубках чотирьокорпусного випарного обладнання середня тривалість знаходження соку в відділеннях наступна:

- в 1 відділенні - 6...8 хв;
- в 2 відділенні - 25...30 хв;
- в 3 відділенні - 22...27 хв;
- в 4 відділенні - 12...15 хв.

Тоді загальний час випарування буде рівним 65...80 хв.

Випарні апарати працюють безперервно, тобто в них безперервно надходить рідкий сік для згущення і безперервно з них виводить згущений сік.

Вторинна пара із над сокового простору апарата відводиться через щілинний сепаратор 5, а вловлені краплини соку повертаються до гріючої камери.

Для контролю і регулювання режиму роботи випарний апарат обладнано термометром 3, запобіжним каналом 4, вікнами 6, вказівником рівня соку 8 та манометром 9. Четвертий корпус устаткування і концентратор обладнано додатково ще й мановакуумметрами.

Для зниження втрат тепла зовнішню поверхню випарних апаратів покривають теплоізоляційним покриттям.

До випарного устаткування, крім випарних апаратів, належить й інше обладнання (збірники, фільтри...).

Проаналізуємо технологічну схему випарної станції, яка належить цукровому заводу. Ця схема зображена на рис. 2.2.

На схемі позначено: 1 - збірник сирого соку; 2 - Підігрівач соку; 3,4 - відповідно А та Б корпуси першого випарного апарату; 5,6 - А та Б корпуси другого апарату; 7 - третій апарат; 8 - проміжний збірник соку; 9 - сульфітатор; 10 - напорний збірник; 11 - фільтр; 12 - четвертий випарний апарат; 13 - концентратор; 14 -прикінцевий збірник соку; 15 - збірник готового сиропу; Н1 - Н5 - насоси. На схемі позначено лише основну запірну арматуру: К1-К17 - клапани; З1 - засувка.

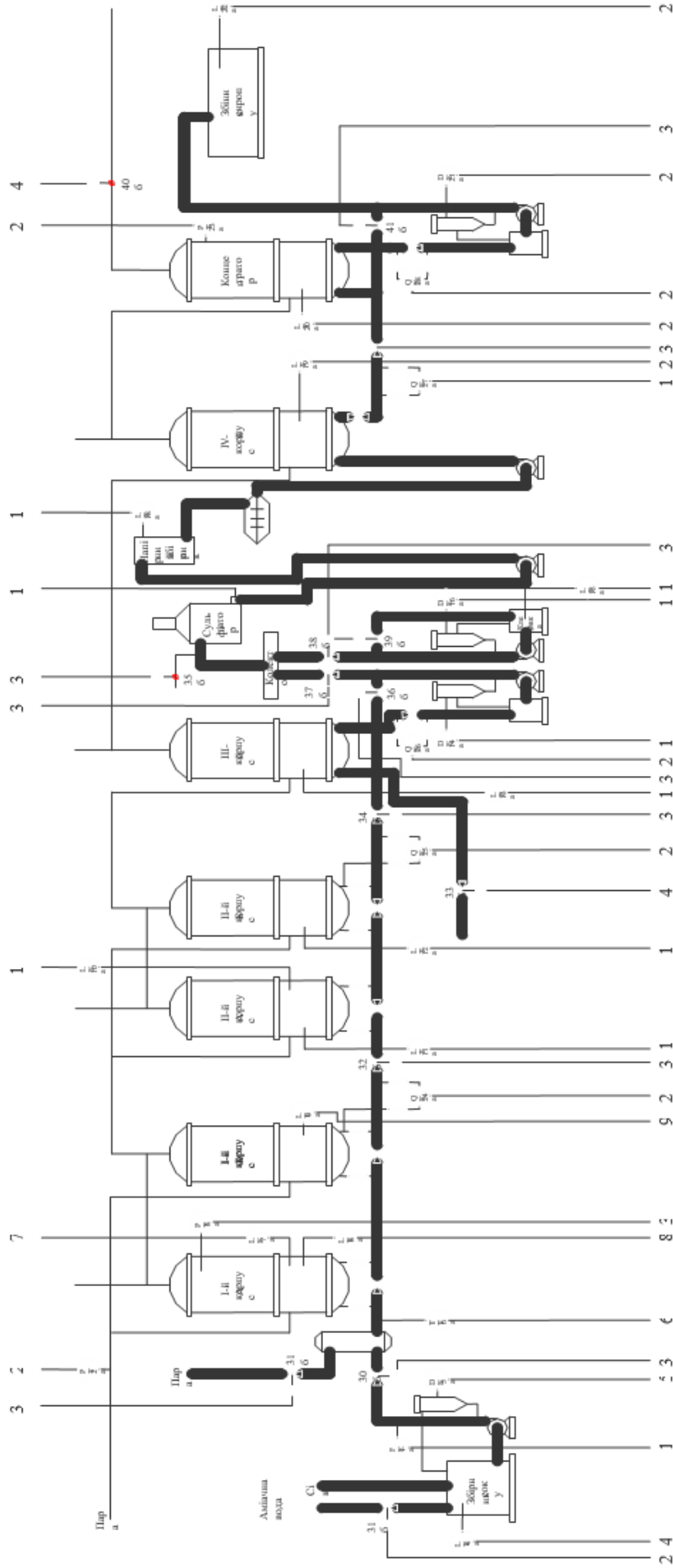


Рисунок 2.2 - Схема випарної станції

Буферні збірники 1,8,14 призначені для забезпечення рівномірності сокового потоку. За допомогою клапанів К2, К18, К15, К19, К17 здійснюється регулювання притоку-витоку цукрового розчину у випарні апарати. Клапан 16 призначений для розведення соку в третьому апараті сирим соком, а за допомогою клапанів К3, К4, К5, К6, К7, К8, К9-14 здійснюється запаралелювання корпусів А і Б Першого і другого випарних апаратів.

2.4 Підготовка випарної станції до автоматизації

Перед випарним обладнанням розміщується збірник для соку, місткість якого забезпечує роботу заводу протягом 20-30 хвилин. Якщо збірник відсутній, або його об'єм недостатній, то перший корпус часто використовується в якості буферної ємності, що значно погіршує ефективність роботи випарної станції, порушує ритмічність заводу і його технологічний режим.

Для забезпечення і підтримання заданої густини сиропу необхідно мати достатній запас теплової продуктивності випарного устаткування, який можна збільшити за рахунок відбору вторинної пари з останніх корпусів станції та використання двох-трьох термокомпресорів для стискування вторинної пари, які працюють у постійному режимі. Використання декількох термокомпресорів забезпечує плавне виключення їх з роботи.

Під корпусами випарного устаткування розміщують площадку для обслуговування регулюючої та запорної арматури, вимірювальних камер рівнемірив. На цій площадці встановлюють витратоміри конденсату, причому вихід конденсату з них роблять вільним. Ця умова і визначає вибір висоти встановлення площадки.

Стабілізація тиску в першому корпусі та розрідження в останньому (концентраторі) забезпечується тоді, коли теплоенергоцентраль і конденсаторне устаткування мають достатній запас продуктивності.

При його відсутності або неправильному налагодженні редуційно-охолоджувального устаткування (РОУ) регулюючі клапани подачі пари у випарну станцію та конденсаторне устаткування залишаються відкритими.

Об'єм збірника конденсату концентратора повинен в півтора рази перевищувати об'єм збірника конденсату четвертого корпусу, причому збірник концентратора встановлюють на максимально можливу висоту для створення тиску в насосах.

Для автоматизованої системи управління збірники такого невеликого об'єму служать в основному індикаторами відведення конденсату, що вимагає правильного вибору регулюючого органу. Характерними для вибору регулюючих органів є технологічні ділянки між збірниками, де рух конденсату відбувається за рахунок перепаду тисків в корпусах, а також на нагнітальних комунікаціях після насосів конденсату. Розраховують регулюючі органи по умовній пропускній здатності.

Рух конденсату між збірниками здійснюється завдяки значному перепаду комунікаціях після насосів конденсату. Розраховують регулюючі органи по умовній пропускній здатності.

Рух конденсату між збірниками здійснюється завдяки значному перепаду тисків, тому місцеві втрати на трубопроводі і запірній арматурі можна не враховувати.

На сучасному заводі тільки близько 20 відсотків необхідної інформації про склад і властивості речовин дають автоматичні вимірювальні прилади, а решту отримують через хімічну лабораторію із запізненням на тридцять і більше хвилин, що різко знижує якість керування технологічними процесами. Тому проблема створення автоматичних вимірювальних приладів для визначення складу речовин є дуже актуальною.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз вихідних даних на проектування базового варіанту системи автоматизації випарної станції

Завданням системи автоматизації або автоматизованої системи управління (АСУ) процесом згущення фільтрованого соку другої сатурації на багатокорпусному випарному устаткуванні, що відбувається шляхом випарювання води із цукрового розчину, є стабілізація вмісту сухих речовин в сиропі при мінімальному збільшеності забарвленості продукту, забезпеченні обладнання, що використовує тепло, вторинною парою при мінімально можливих витратах відпрацьованої пари, а також постачання котлоагрегатів та інших споживачів конденсатом.

Важкість управління роботою багатокорпусного випарного устаткування полягає в тому, що поряд із збуренням зі сторони витрат і густини соку, тиску гріючої пари на режим роботи устаткування негативно впливають збурення зі сторони споживачів вторинної пари, джерелами яких є перш за все вакуум-апарати періодичної дії.

Задовільні результати можуть бути досягнені, як правило, тільки при наявності запасу по продуктивності першого корпусу випарної станції, на який припадає значна доля води, що використовується.

В базовому варіанті автоматизованої системи керування багатокорпусним випарним агрегатом:

- 1) контроль подачі сирого соку на випарне устаткування;
- 2) контроль рівнів соку у випарних агрегатах та збірниках;
- 3) контроль густини сиропу;
- 4) регулювання витрат соку, що поступає на випарювання;

- 5) сигналізація про недопустиме зниження рівня сокового розчину у першому-А корпусі станції;
- 6) регулювання температури соку, що подається на випарювання з нагрівача;
- 7) регулювання подачі клеровки та соку на сульфітацію;
- 8) регулювання процесу сульфітації соку;
- 9) регулювання вакууму у останньому корпусі – концентраторі;
- 10) контроль перевищення рівнів у першому та другому А корпусах.

Перед першим корпусом автоматизованої системи управління випарною станцією здійснюється контроль витрат соку, що надходить на випарювання, за допомогою первинного перетворювача витрат 37а (див. рис. 3.1), індукційного витратоміра 37б, електропневмоперетворювача 37в та пневматичного реєструючого приладу контролю 37г.

Сигналізація і контроль недопустимого зниження рівня соку у першому А корпусі, тобто контроль за надмірним оголенням його гріючих поверхонь, проводиться в системі управління за допомогою сильфонних пневматичних манометрів 38а і 38б по різниці тиску між гріючою і вторинною парою. Сигнали від манометрів надходять на пневматичний реєструючий прилад контролю 38в та на сигнальну апаратуру.

Нормалізація подачі цукрового розчину на випарне устаткування здійснюється слідкуючою системою, як вхідний сигнал застосовується інформація про об'єм соку перед випарною станцією. Сигнал від перетворювача перепаду тиску 39а через вторинний пневматичний контроль, що має шкалу для зняття показів, 39б, надходить на регулюючий пневматичний позиційний пристрій 39в. Одночасно формується відповідний сигнал на блок сигналізаторів КУ5. При переповненні першого корпусу випарного агрегату від пропорційного пневматичного регулятора 60л надходить на позиціонер 59з через вторинний прилад 59б і, відповідно, закривається клапан 59и, перекриваючи притік соку в апарат.

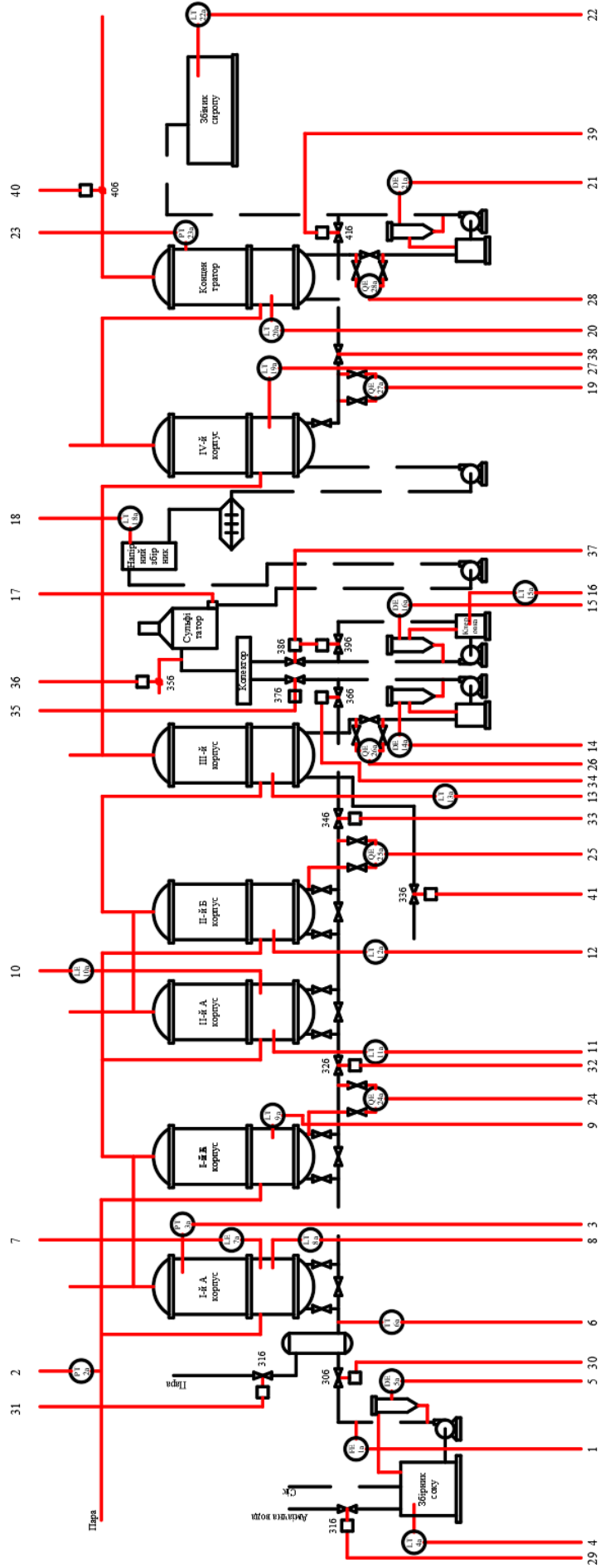


Рисунок 3.1. Функціональна схема системи автоматизації випарної станції

Рівні соку у випарних апаратах визначаються за допомогою поплавкових рівнемірів 60а–64а, 60б, 61б, від яких пневматичний сигнал поступає на вторинні прилади контролю 60б–64б, 60д, 61д і пропорційні регулятори витоку 60н, 61н, 62и, 63ж, 64ж. Завдання регуляторам встановлюється за допомогою здавачів вторинних приладів контролю.

Рівень у напірному збірнику та збірнику сиропу вимірюється за допомогою дифманометрів (первинних перетворювачів перепаду тиску) 65б і 67а, сигнали яких, аналогічно до сигналів від буйкових рівнемірів, надходять на вторинні пневматичні показуючі прилади контролю 65б, 67б та регулятори 65в і 67в. Вихідні сигнали регуляторів 60н, 61н, 62и, 63ж, 64ж поступають на пропорційні регулятори обмеження притоку 60л, 61л, 62к, 63е, 64д завдання яким встановлюється задавачем вторинних приладів.

Вихідний сигнал кожного регулятора витоку соку із апарату (збірника) одночасно з вихідним сигналом регулятора обмеження притоку соку в наступний апарат (збірник) надить на прилади селектування більшого сигналу 60ч, 61ч, 62л, 63з, 62м. Більші по величині сигнали серед тих, що селектуються, надходять через перемикаючі пневматичні реле 60з, 61з, 62н, 66л, 66к та позиціонери 60е, 61е, 62м, 63г, 64г на регулюючі клапани 60ж, 61ж, 62з, 63д, 64д, що встановлені між корпусами і збірниками і відповідно змінюють потік соку між ними.

Розглянемо цю какадно-зв'язану систему підтримання рівнів у багатокорпусному випарному устаткуванні, що забезпечує регулювання рівня на витоці кожного корпусу, запобігаючи переливам або недоливам соку в апарат, більш детально на прикладі одного контуру регулювання, нехай для першого випарного апарату.

Так, сигнал рівня від обох спарених корпусів (А і Б) першого випарного апарату, що вимірюється давачами 60а і 60б, надходить через перемикаюче реле 60в із пневмотумблером 60 г (для вибору одного із двох сигналів рівня) на прилад контролю 60д із задавачем та на два статичні регулятори 60н, 60л, приладу контролю. Причому регулятор 60л – притоку соку в апарат. Вихідний сигнал регулятора витоку 60н при відсутності обмеження по притоку зі сторони

наступного (другого) корпусу випарного устаткування, проходить без перешкод через селектуючий прилад 60и, пневматичне реле 6з, вторинний прилад 60д та позиціонер 60е на виконавчий механізм 60ж регулюючого клапана. Таким чином реалізується пропорційне регулювання рівня соку у першому корпусі. При перевищенні рівня соку у другому корпусі випарного устаткування вище деякої величини, що задається задавачем вторинного приладу відповідного контуру, вихідний сигнал статичного регулятора 61л (регулятора притоку соку в другий корпус) отримує пріоритет перед сигналом регулятора витіку 60н і пропускається селектуючим приладом на виконавчий механізм 60ж. Останній тоді вже буде ввімкнений в контур пропорційного регулювання рівня у другому корпусі на притоці, перешкоджаючи його переповненню. Якщо обмеження потоку буде досить тривалим, що приведе до збільшення рівня соку у першому корпусі випарного устаткування, то вихідний сигнал регулятора притоку 60л у перший корпус пройде через вторинний прилад контролю рівня 59б попереднього збірника соку на позиціонер 59з виконавчого механізму 59и регулюючого клапана, що обмежить притік соку у перший корпус. Тобто, якщо рівень в наступному корпусі вище заданого, що встановлений задавачем в регуляторі обмеження притоку, то витік соку із апарату припиняється під впливом регулятора притоку, селектованим приладом селекції.

Саме завдяки селективному характеру системи регулювання клапан, що управляє соковим притоком на ділянці між двома випарними апаратами, підпорядковується регулятору того контуру системи (контуру того із апаратів), в корпусі якого спостерігається більше відхилення рівня соку від номінального значення.

У технологічній схемі даної випарної станції між третім і четвертим корпусом розміщено сульфітатор, який призначений для видалення тієї частини солей кальцію, яка не випала у вигляді помутніння. На сульфітацію подається сік з третього корпусу, а також клеровна, які змішуються в колекторі перед сульфітатором. (Клеровна – це продукт, що утворюється в результаті розчинення

цукру другої і третьої кристалізації після центрифуг у соці другої сатурації до вмісту сухих речовин на рівні 65-70%).

Подачу клеровки на сульфитацію регулюють за допомогою контуру автоматизованої системи управління, який складається із пневмометричного давача рівня на базі дифманометра 72а, вторинного пневматичного показуючого приладу контролю 72б, регулюючого пневматичного позиційного пристрою 72в та пропорційно-інтегруючого регулятора 72г, що здійснює керуючий вплив на позиціонер 72д виконавчих механізмів регулюючих клапанів 72е, 72з, які керують потоком клеровки в сульфитатор.

Так як в колекторі проходить додавання двох потоків, направлених на сульфитацію, – потоку соку з третього корпусу і потоку клеровки, то їх регулювання відповідно здійснюється за допомогою приладу алгебраїчного сумування механізму клапана 62з.

Системою автоматизованої станції здійснюється регулювання температури соку, що подається із підігрівача в перший корпус випарного устаткування. З давача температури 69а знімається сигнал і подається через вторинний пневматичний реєструючий прилад контролю 69б на пропорційно-інтегруючий регулятор, який подає керуючий сигнал на позиціонер 69г виконавчого механізму 69д клапана, розміщеного на трубопроводі подачі гарячої ретурної пари в підігрівач соку.

Підтримання необхідного вакууму у останньому корпусі (концентраторі) випарного устаткування здійснюється контуром регулювання, що складається із вакуумметра 70а, вторинного пневматичного реєструючого приладу контролю 70б, пропорційно-інтегрального регулятора 70в та позиціонера 70г виконавчого механізму дискової регуляції регулюючої засувки 70д, що регулює потік конденсованої пари на конденсатор. Крім того, недопустимому відхиленню значення здійснюється сигналізація за допомогою блоку сигналізаторів.

Густину соку у базовому варіанті автоматизованої системи управління випарним устаткуванням регулюють за допомогою контуру, що складається із первинних перетворювачів густини 66а і 66б встановлених під проміжними

збірниками соку і клеровки перед сульфитатором, сигнали від яких надходять через дистанційні передачі 66в і 66г на пневматичний реєструючий прилад контролю 66д із задавачем для регуляторів 66ж і 66е. При перевищенні густини соку певної величини, яка виставляється задавачем, регулятор 66ж видає керуючий сигнал на позиціонер 66з виконавчого механізму 66и клапана, що відкриває притік сирого соку із збірника соку перед випарною станцією у третій корпус.

Таким чином здійснюється розведення цукрового розчину – зменшення його густини, а отже і концентрації у випадку її зростання. При недостатній густині соку, що надходить на проміжний збірник соку із третього корпусу випарного устаткування, пропорційним регулятором 66е подається сигнал на позиціонер 62ж виконавчого механізму регулюючого клапану 62з, що перекриває витік соку із третього корпусу, де проходить його до випарювання, тобто згущування. При цьому зменшення сокового потоку на колектор перед ульфитатором компенсується за допомогою приладу алгебраїчного сумування 62е, який подає сигнал на регулятор 82г потоку клеровки для його збільшення на відповідну зменшенню потоку соку величину.

В автоматизованій системі управління випарною станцією передбачається здійснення контролю за густиною соку перед першим випарним апаратом і після останнього (концентратора), тобто контроль густини вхідного продукту (соку) і вихідного – сиропу. Так, первинний перетворювач густини 71а подає сигнал про якість вихідного соку, а давач 71б – вихідного сиропу. Ці сигнали передаються вимірювальними приладами з дистанційною передачею 71в та 71г відповідно на пневматичний показуючий реєструючий прилад контролю 71д, по показам якого оператор АСУ робить висновок про якість вхідного та вихідного продуктів випарної станції.

Для регулювання процесу сульфитації, а отже і якісної характеристики соку – його лужності – після сульфитатор призначений контур АСУ, що складається з наступних приладів: давача лужності – аналізатора розчину 68а; показуючого приладу 68б з дистанційною передачею сигналу на електропневмоперетво-

рєувача 68в, пневматичного реєструю чого приладу 68г та пропорційно-інтегрального диференціального регулятора 68д. Що керує виконавчим механізмом дискової запорно-регулюючої засувки 68е на трубопроводі сірчистого газу в сульфїтатор.

Для автоматизації конденсаторного господарства використовується одно контурна автоматизована система підтримання рівня, що працює на витоці із збірника конденсату.

В якості давача рівня в системі автоматизації конденсаторного устаткування використовується буйковий рівнемір УБ-П (76а). Чутливий елемент якого розміщують у виносній камері збірника (на схемі не показаний). Вихідний сигнал рівнеміра через прилад контролю 76б надходить на пропорційний регулятор 76в, який через позиціонер 76г управляє пневматичним клапаном, забезпечуючи підтримання заданого рівня в збірнику. Рівні по збірникам конденсату вимірюються давачами 77а, 78а і реєструються вторинними приладами 77б, 78б із можливою сигналізацією про перевищення допустимого рівня.

Температура конденсату одгуляється за допомогою одноконтурної системи регулювання, що складається з первинного перетворювача температури 78а, показуючого вторинного приладу контролю 75б та пропорційно-інтегрального регулятора 75в, який керує позиціонером 75г виконавчого механізму клапана 75д, встановленого на трубопроводі конденсату.

Аналізуючи базовий варіант системи автоматизації багатокорпусного випарного устаткування не можливо не помітити цілий ряд її недоліків, які є досить суттєвими. Основний з них полягає в тому, що керування рівнями у корпусах випарних апаратів відбувається без врахування концентрації соку, що випарюється, а отже і без врахування його якості. Це призводить до погіршення якості кінцевого продукту – цукру, а також до збільшення затрат палива для отримання теплоносія – гарячої пари, що впливає на підвищення собівартості продукції.

Отже, розглянута система автоматизованого управління процесом випарювання соків на цукровому заводі, як впливає з аналізу, не враховує сучасних вимог до якості продукції і вимог до енергозберігання. Тому питання про модернізацію цієї системи управління є дуже актуальним.

Виходячи з результатів аналізу базового варіанту автоматизованої системи управління розробляємо технічне завдання на проектування нової системи управління (приведено в додатках).

Удосконалення системи управління полягає в тому, що всю пневмоелектричну систему обробки інформації, яка надходить від давачів, замінити на електронну. Для його використовуємо мікропроцесорну систему для збору і передачі інформації в управляючу ЕОМ та виведення керуючих сигналів на виконавчі механізми. При чому програма, за якою працює ЕОМ, базується на аналізі алгоритму процесу управління базового варіанту АСУ.

3.2 Обґрунтування необхідності проектування автоматизованої системи контролю

Як впливає з технічного завдання на проектування автоматизованої системи управління процесом випарювання соку на Збараському цукровому заводі, необхідно розробити спеціальний електронний прилад, який здійснюватиме такі функції:

1) виконання аналого-цифрового перетворення інформаційних сигналів від давачів, які застосовувались в базовому варіанті системи автоматизації випарної станції;

2) перетворення високочастотного сигналу від давачів – кондуктометрів концентрації в цифровий код;

3) реалізацію інтерфейсу з керуючою електронно-обчислювальною машиною – передачу даних про стан технологічного об'єкту від давачів в комп'ютер і прийом керуючих сигналів від нього;

4) цифро аналогове перетворення сигналів управління від ПЕОМ для подальшої передачі їх на виконавчі механізми регулюючих органів.

Розглядаючи ці функції, ми бачимо, що існуючі прилади не можуть повністю їх здійснювати, а тому необхідно розробити спеціальний прилад для їх виконання.

Виходячи з об'єму функцій можна намітити напрямок їх реалізації за допомогою мікропроцесора, а виходячи з їх розподілу можна представити структуру приладу, яка є матеріальною реалізацією заданих функцій.

3.3 Підбір стандартних приладів автоматики і розробка структури автоматизованої системи управління

Для здійснення перетворення пневматичних сигналів давачів в електричні та електричних сигналів управління в пневматичні для впливу на пневматичні виконавчі механізми необхідно підібрати стандартні перетворюючі прилади автоматики. Вони повинні бути стандартними, тому що всі контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматизації системи управління випарною станцією працюють із стандартними електричними та пневматичними сигналами.

Так як контролер розроблятиметься на базі електронних пристроїв автоматики, то потрібно узгодити вхідні сигнали від давачів у пневматичній формі та вихідні керуючі сигнали для пневматичних виконавчих механізмів з сигналами електронних блоків контролера.

Для перетворення пневматичних сигналів від давачів технологічних параметрів використаємо стандартний пневмоелектричний перетворювач типу ПЭ-32. цей прилад призначений для групового перетворення тридцяти двох аналогових пневматичних сигналів стандартного діапазону (20-100 Кпа) в електричні (0-10В). Додатково він здійснює згладжування і лінеаризацію сигналів, що перетворюються.

З метою зворотного перетворення електричних сигналів управління в пневматичні використаємо стандартні електропневматичні перетворювачі типу ЭП-32. За допомогою цього приладу здійснюється перетворення електричного сигналу стандартного діапазону (0-10В) в пневматичний сигнал стандартного діапазону.

Знаючи основні складові частини розробляємо загальну структуру автоматизованої системи управління, схема якої зображена на рис. 3.2.

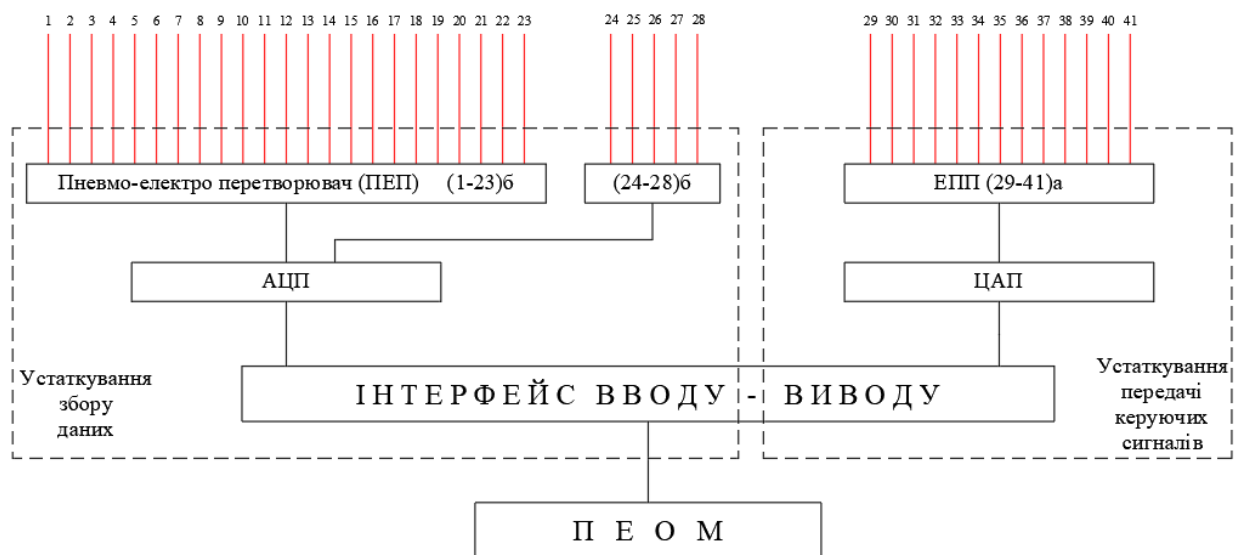


Рисунок 3.2. Загальна структурна схема автоматизованої системи управління

3.4 Розробка автоматизованої системи керування

3.4.1 Розробка структурної схеми автоматизованої системи керування

Відповідно до функцій системи контролю, вище було визначено його основні складові. Тепер ми можемо виділити основні блоки цієї системи:

- 1) блок аналого-цифрового перетворення;
- 2) блок вимірювання концентрації;
- 3) блок цифро-аналогового перетворення;

4) блок мікропроцесора;

5) блок живлення.

В розробленій системі зв'язки між блоками для передачі інформації організовано у вигляді шин: шини даних, шини адреси, шини керування (див. рисунок 3.3).

Дамо коротку характеристику кожного з блоків розробленого приладу.

Основними блоками контролера є блок мікропроцесора. В ньому зосереджено всі необхідні елементи для формування сигналів управління блоками приладу і забезпечення обміну даними із зовнішнім керуючим пристроєм – ПЕОМ.

Блок аналого-цифрового перетворення виконує почергове опитування кожного з 21 аналогових давачів технологічних параметрів (в циклі), аналого-цифрове перетворення отриманих сигналів та їх передачу в блок мікропроцесора для подальшого пересилання в керуючу ПЕОМ. Основа блоку – аналого-цифровий перетворювач двійково-зважувального типу.

Блок вимірювання концентрації призначений для збору інформаційних сигналів високочастотних безконтактних кондуктометрів, їх перетворення в цифровий код, придатний для аналізу мікропроцесором ПЕОМ, та передачу в блок мікропроцесора.

Блок цифро-аналогового перетворення, основою якого є ЦАП, служить для перетворення цифрових керуючих сигналів в аналогову форму, що необхідно для аналогових виконавчих механізмів, та їх передачу на пневмоелектричний перетворювач.

Блок живлення виробляє стабілізовану напругу живлення ($\pm 5\text{В}$; $\pm 12\text{В}$; $\pm 15\text{В}$) для електронних елементів схеми приладу.

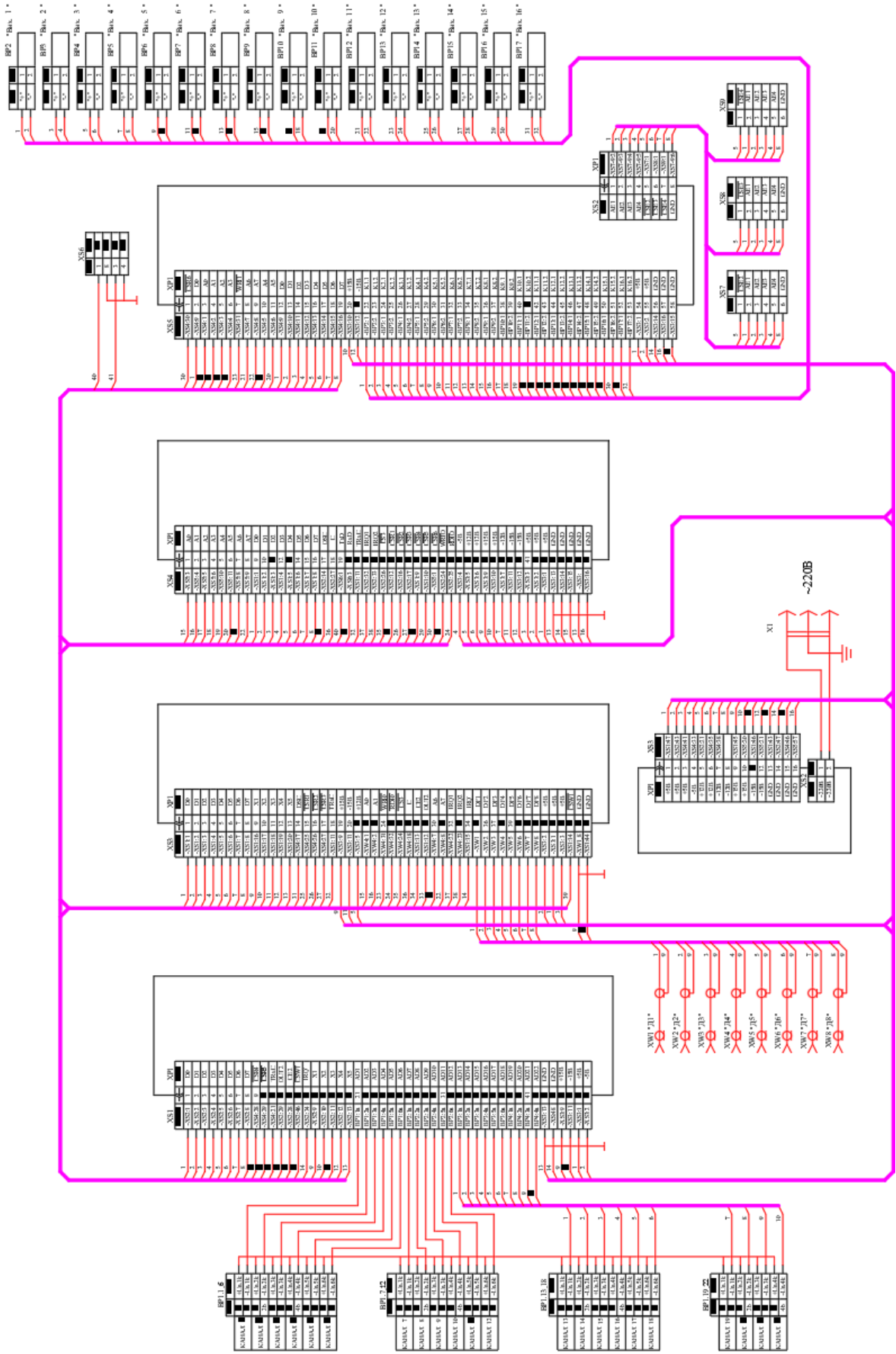


Рисунок 3.3. Схема з'єднання системи керування

3.4.2 Розробка блоку мікропроцесора

Вибираємо тип мікропроцесора для цього блоку – КР580ВМ80А, який застосовується при розробці контролерів вимірювальних систем, мікро-ЕОМ для управління технологічними процесами і вимірювальними системами. В якості елементів блоку будемо використовувати мікросхеми серії КР, яка характеризується архітектурною єдністю, яка забезпечується автономністю і функціональною завершеністю окремих мікросхем, уніфікацією їх інтерфейсу, програмованістю мікросхем, їх логічною і електричною сумісністю. До переваг мікросхем цього комплексу відносять їх восьми розрядну архітектуру, фіксований набір команд, відносно висока швидкодія та помірне споживання електроенергії. При проектуванні схеми приладу важливо, що мікросхеми серії КР580 по входам і виходам сумісні з мікросхемами ТТЛ серії К555.

Структурна схема блоку мікропроцесора створена на основі типової схеми контролера на мікросхемах комплексу КР580 на базі мікропроцесора КР580ВМ80А (рис. 3.4).

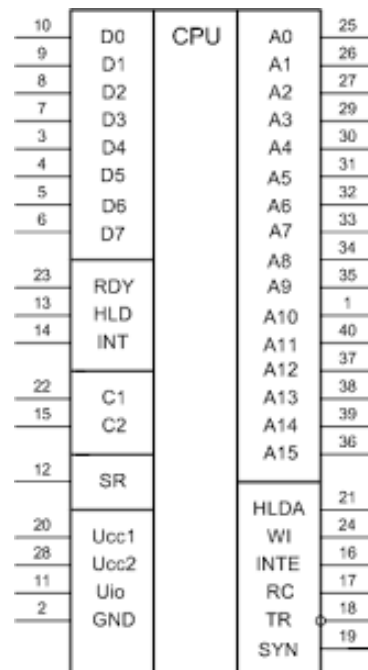


Рисунок 3.3. Мікросхема КР580ВМ80А

На рисунку 3.5 приведена електрична принципова схема блоку мікропроцесора.

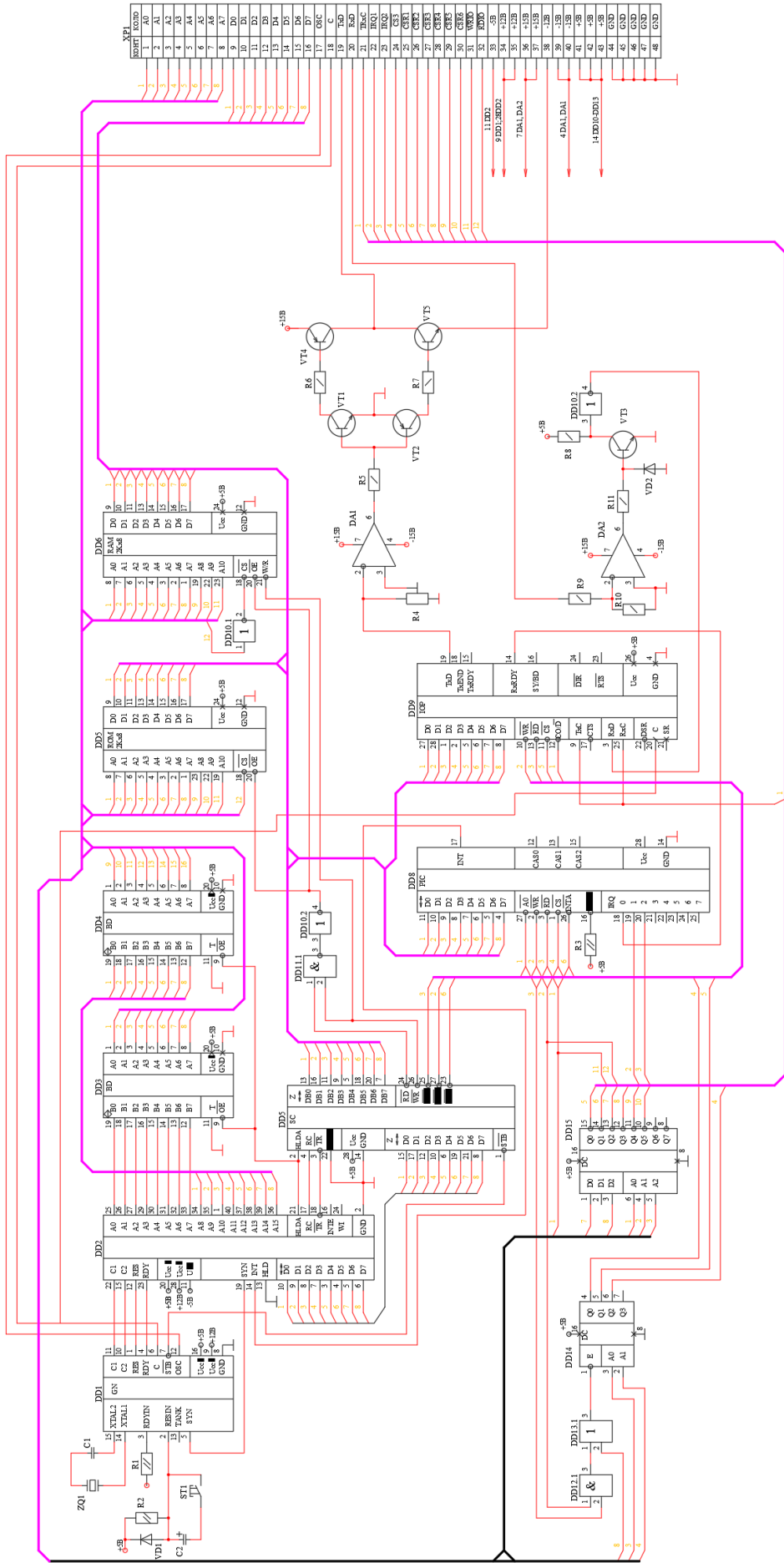


Рисунок 3.5. Электрична принципова схема блоку мікропроцесора

Основне призначення блоку мікропроцесора – забезпечення з'єднання виводів мікропроцесора з шинами даних, адреси. Процесор влаштовано так, що його вихідні виводи (адресні, даних, керування) неможливо безпосередньо підключати до ліній шин, так як на всіх його виходах встановлені малопотужні транзистори, що не можуть забезпечити потрібну силу струму при значному навантаженні шин. Тому для підсилення потужності сигналів необхідно на шини встановлювати підсилювачі, роль яких для шини адреси відіграють два шинні формувачі КР280ВА86, а для шини даних та керування – мікросхема КР580ВК38 (рисунок 3.6).

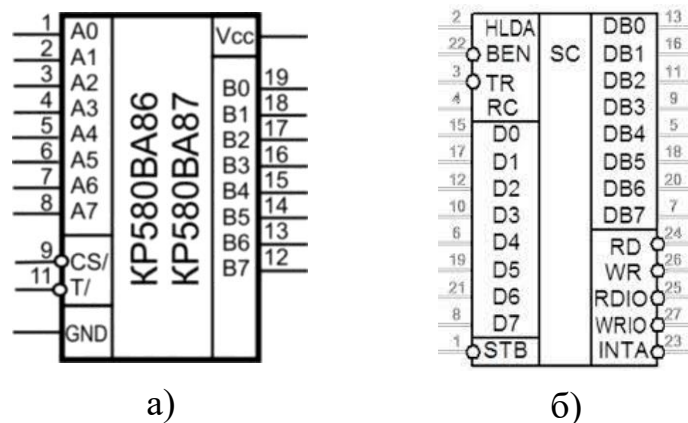


Рисунок 3.6. Мікросхеми КР280ВА86 (а) та КР580ВК38 (б)

Мікросхема КР580ВА86 є двонаправленим 8-розрядним шинним формувачем, призначеним для перенаправлення даних між системною шиною та процесором та характеризується високою продуктивністю. Для адресної шини застосуємо два паралельно ввімкнених формувачі.

Мікросхема КР580ВК38 використовується в якості буферного регістру даних, що забезпечує генерування сигналів керування та в якості буферного регістру.

На виводах мікропроцесора відсутні сигнали для безпосереднього управління пам'яттю, пристроєм вводу-виводу (портом), контролером переривань. Інформація про тип циклу, до якого звертається (або пристрою, до якого звертається мікропроцесор) видається мікропроцесором в коді стану по шині даних (слово стану) і супроводжується сигналом SYN. Для прийому,

зберігання цієї інформації та перетворення її в сигнали управління використовується системний контролер, який підсилює шину даних.

Синхроімпульси, що тактують роботу мікропроцесора, формуються генератором КР580ГФ24 (рис. 3.7).

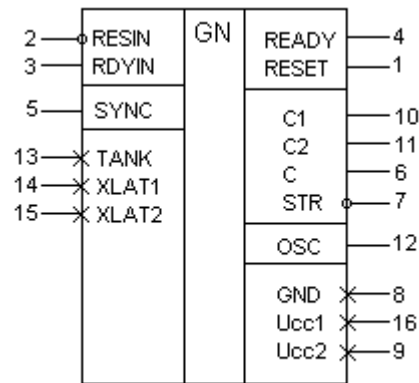


Рисунок 3.7. Мікросхема КР580ГФ24

Мікросхема КР580ГФ24, крім основного призначення – генерації сигналів С1, С2, виконує ряд додаткових функцій. Зокрема, вона забезпечує видачу мікропроцесору на його виводи (“Готовність”) та (“Встановлення у вихідний стан”) відповідних сигналів у потрібний для того моменту часу (на початку такту Т1), на зважаючи на те, що ці сигнали можуть надійти на вхід генератора (від кнопки “Скидання”) в будь який момент.

Необхідною складовою блоку мікропроцесора є запам’ятовуючі пристрої.

В якості ПЗП використовуємо мікросхему перепрограмованого ПЗП типу К5733Ф2, яка допускає можливість перепрограмування користувачем за допомогою запису електричними сигналами і стиранням ультрафіолетовим промінням. Ємність цієї мікросхеми пам’яті 16 Кбайт.

Для зберігання системних змінних, утворення стеку мікропроцесора та області під завантаження програм з керуючої ПЕОМ застосовуємо ОЗП на мікросхемі типу КР573РУ10 (статичний ОЗП) ємністю 16 Кбайт.

Перевагами цієї мікросхеми пам’яті є:

- вихід з трьохма станами;

- висока завадостійкість;
- невеликий рівень енергоспоживання (при зберіганні майже на три порядки менше, ніж при звертанні);
- властивість зберігати записану інформацію при зниженій до 2-3В напрузі живлення (робоча напруга живлення 5В).

Шинні формувачі KP580BA86 забезпечують відключення комірок пам'яті від шини.

Для системи, що розробляється, вибираємо спосіб обміну даними між мікропроцесором та іншими блоками приладу (зовнішніми по відношенню до мікропроцесора) по перериваннях. Так як при проведенні технологічного процесу випарювання може виникнути ситуація, коли вимагається негайна передача даних в мікропроцесор для позачергової обробки і передачі в керуючу ПЕОМ для вироблення сигналів управління.

При вводі-виводі по перериваннях зовнішній пристрій (блок опитування давачів) посилає сигнал запиту переривання в процесор коли він має дані для вводу. Отримавши цей сигнал, мікропроцесор закінчує виконання поточної команди і пересилає в спеціально відведене місце в оперативній пам'яті, яке називається стековою пам'яттю, дані про стан своїх регістрів, щоб потім, відпрацювавши програму переривань, можна було знову повернути ці дані в регістри і продовжити виконання основної перерваної програми. Виконавши ці дії, мікропроцесор видає сигнал дозволу на обслуговування зовнішнього пристрою, дозволяючи цим переривання.

Режим обслуговування переривань полягає в переході на підпрограму, адреса якої надається пристроєм, що викликав переривання. Для ідентифікації зовнішнього пристрою, від якого надійшов запит на переривання, мікропроцесор разом із сигналом запиту по шині даних отримує інформацію, яка дозволяє йому включити одну із восьми можливих підпрограм переривання, що розміщені в постійній пам'яті контролера. Ця інформація має вигляд трьох розрядного двійкового коду і називається вектором переривання.

Для реалізації обміну даними по перериваннях в розробленій мікропроцесорній системі використовується мікросхема KP580BH59 яка є програмованим контролером переривань і може обслуговувати до восьми запитів переривань від зовнішніх пристроїв.

Звичайно на вхід запиту переривання мікропроцесора подається вихідний сигнал програмованого контролера переривань, а не безпосередньо запит на переривання від зовнішнього пристрою.

Контролер переривань KP580BH599 збирає запити переривань від багатьох пристроїв і передає їх по одному в процесор. Він сприймає запити переривань від зовнішніх пристроїв і сигналізує мікропроцесору по входу . Реагуючи на сигнал, процесор завершує виконання поточної команди, а потім ініціює три цикли шини підтвердження переривання.

Перший цикл шини інформує контролер переривань про те, що процесор розпізнав запит переривання. Він також відводить час контролеру для взаємодії із зовнішнім пристроєм. На протязі другого циклу контролер видає в процесор по шині 8-бітний номер переривання (решта два байти вектора формуються тією мікросхемою, яка видала запит переривання). Після цього процесор викликає відповідну процедуру обробки переривання, завершенням якої служить третій імпульс.

В даному приладі ми використовуємо три лінії запиту переривання *IRQ* контролера KP580BH59: *IRQ 0* – *IRQ 2*.

IRQ 0 – це запит на переривання від зовнішнього приладу до керуючого пристрою (ПЕОМ). Він формується мікросхемою послідовного порту KP580BB51 коли по інтерфейсу надійшли дані (керуюча програма для мікропроцесора).

Запит на переривання *IRQ 1* формується блоками АЦП і вимірювання концентрації про те, що відбулась операція зчитування інформаційних сигналів від давачів системи управління і в буферних регістрах цих блоків містяться ці дані.

Запит *IRQ 2* формується блоком вимірювання концентрації у випадку переповнення лічильників частоти, що свідчить про те, що вимірювання не відбулося і процес перетворення частотного сигналу в цифровий код необхідно повторити з більшим масштабом поділу частоти.

Зв'язок мікропроцесорного контролера з керуючою ПЕОМ здійснюється за допомогою послідовного інтерфейсу типу RS-232 (стандарт CCITT V.24), який є найбільш поширеним стандартом послідовного зв'язку між ПЕОМ та периферійними пристроями.

Для апаратної реалізації послідовного інтерфейсу RS-232 застосовуємо мікросхему KP580BB51A (рис. 3.8), яка є універсальним синхронно-асинхронним прийомопередавачем і використовується для прийому інформації в послідовному коді, перетворення її в паралельний код для вводу в мікропроцесор.

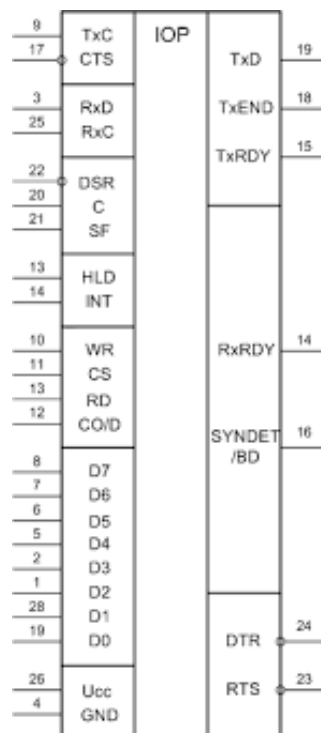


Рисунок 3.8. Мікросхема KP580BB51

Також мікросхема KP580BB51 виконує перетворення паралельного коду, що надходить від мікропроцесора в послідовний потік символів із службовими

бітами (стартовим, стоповим та контрольним), видає цей потік в послідовний канал зв'язку із заданою швидкістю.

В даному приладі встановлено асинхронний режим роботи послідовного порту KP580BB51, який характеризується одиночними посилками інформації, ініціалізація яких відбувається або мікропроцесором контролера, або зовнішнім керуючим комп'ютером.

На початку кожної послілки встановлюється від'ємний імпульс “старт-біт”, тривалість якого дорівнює біту даних. “Старт-біт” служить для введення в синхронізацію передавача/приймача мікросхеми KP580BB51A і приймача/передавача зовнішнього комп'ютера. В кінці послілки встановлюється додатній імпульс “стоп-біт”, тривалість якого рівна тривалості дох бітів інформації. “Стоп-біт” служить для визначення кінця послілки.

Рівень сигналу відрізняється від ТТЛ-рівня (логічний нуль подається напругою $+3...+25\text{В}$, а логічна одиниця – $-3...-25\text{В}$), але потреби у перетворювачі рівнів немає, оскільки на обох кінцях даного зв'язку стоїть інтерфейс на мікросхема.

Для адресації (активізації в потрібний момент часу) мікросхем контролера переривань KP580BH59, таймера KP580BH53, порту KP580BB51 та буферних регістрів блоку опитування давачів розроблено дешифратор адреси (на мікросхемах DD14, DD15, DD12). Цей пристрій формує сигнал вибору мікросхеми *CS* в залежності від значення розрядів A2, A3, A7 шини адреси і сигналів *RDIO*, *WRIO* (читання та запис для зовнішніх пристроїв вводу – виводу).

3.4.3 Розробка блоку АЦП

Розробимо блок для збору інформації від давачів технологічних параметрів, її перетворення в цифровий код і передачі в блок мікропроцесора.

На рисунку 3.9 показано електричну принципову схему блоку АЦП

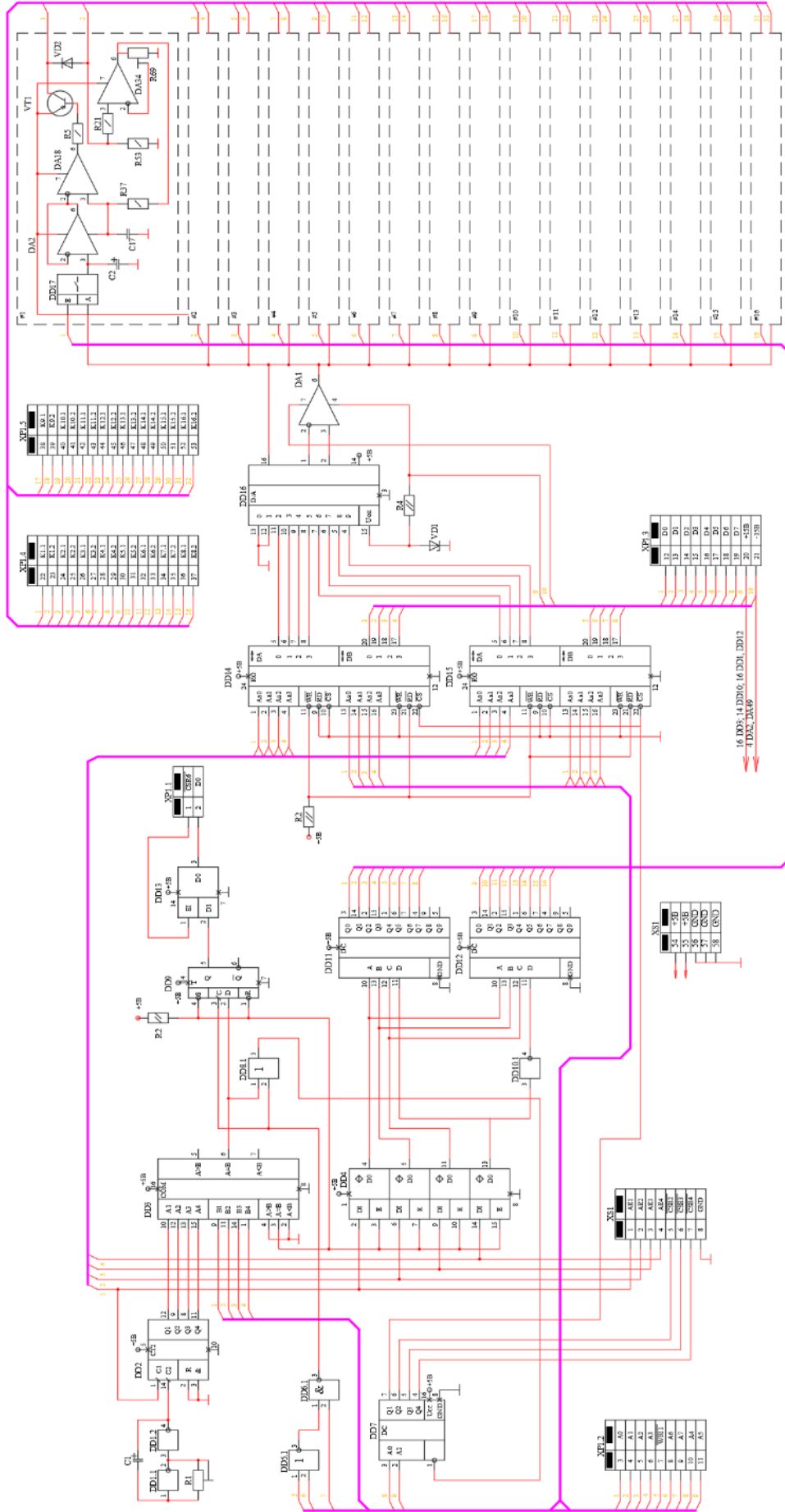


Рисунок 3.9. Електрична принципова схема блоку АЦП

Аналогові сигнали від давачів спочатку підсилюються по потужності. Для цього розробляємо підсилювач на основі мікросхеми К140 УД8. Виходи підсилювачів під'єднані до трьох комутаторів, які в залежності від адреси каналу, розшифрованої селектором каналу на дешифраторі, вибирають один із каналів для подачі аналогово-цифрове перетворення. Дешифратор по лініях Е1 вибирає комутатор, а по лініях адреси А – конкретний канал. Далі сигнал з вибраного каналу задавача потрапляє на 12-розрядне АЦП двійково-зважувального типу, побудованого на регістрі К155ІР17 і мікросхемі ЦАП.

АЦП складається з п'яти частин А1-А5, де: А1 – генератор опорної напруги; А2 – ЦАП; А3 – компаратор; А4 – регістр послідовних наближень; А5 – генератор тактових імпульсів.

В якості регістра послідовних наближень вибираємо регістр К155ІР17, що призначений для побудови 12-розрядних АЦП. Регістр застосовуємо разом з мікросхемою ЦАП типу К1108ПА1 та інтегральним компаратором (А3). До регістра під'єднується генератор тактових імпульсів CS . Вхідний струм компаратора А3 є вихідним струмом ЦАП $I_{вих}$. На вході додається струм I_C аналогового сигналу. Напруга шкали перетворення відповідає рівню опорної напруги $U_{оп}$, створеної генератором А1.

Перетворення аналогового сигналу в цифровий код здійснюється таким чином:

Після приходу сигналу запуску перетворення \bar{S} регістр послідовних наближень посилає на ЦАП старший біт Q_{11} . Компаратор порівнює напруги аналогового сигналу U_C та $U_{оп}/2$ і своє рішення – результат порівняння 1 або 0 передає на вхід D_1 регістра. Якщо результат 0, то старший значущий розряд скидається і на ЦАП видається наступний розряд (Q_{10}). Якщо після компаратора отримано 1, то вона залишається в регістрі. Всі 12 розрядів подаються на ЦАП почергово, а порозрядні результати порівняння компаратора у вигляді послідовності нулів і одиниць нагромаджуються на виходах регістра.

Після завершення перетворення цифровий код аналогового сигналу з регістра послідовних наближень K155IP17 записується в буферний регістр (K555IP23), який при активізації дешифратором блоку мікропроцесора, видає результат аналого-цифрового перетворення на шину даних.

Тригер DD6.1 формує сигнал CE2 для запуску другого каналу таймеру на витримку часу з метою завершення процесу зчитування інформації мікропроцесором. Завершенням процесу витримки часу є сигнал на лінії OUT 2 таймера, яким тригер DD6.1 встановлюється в режим SET, що задає моменти пуску нового циклу аналого-цифрового перетворення.

3.4.4 Розробка блоку вимірювання концентрації

Цей блок, на відміну від попереднього блоку, збирає інформацію від високочастотних кондуктометричних давачів концентрації.

На рисунку 3.10 показано електричну принципову схему блоку вимірювання концентрації.

Зазвичай, вхідні сигнали від давачів попередньо підсилюються по потужності на вході блоку. Потім вони надходять на комутатор. Адреса каналу, який необхідно вибрати для перетворення, надходить від мікропроцесорного блоку і записується в буферний регістр, з виходів якого 5-розрядна адреса каналу подається на комутатор.

Сигнал вибраного каналу вимірювання концентрації подається на вузол гетеродина. Одна частина цього вузла є високочастотним генератором напруги частотою 2 МГц. На вхід гетеродина подається інформаційний сигнал частотою близько 2,5 МГц, а на виході гетеродина отримуємо сигнали такого ряду частот: 2 МГц; 2,5 МГц; 0,5 МГц; 4,5 МГц. Необхідна нам різниця частот в 500 КГц виділяється на пасивному RC-фільтрі. Така обробка інформаційного сигналу призначена для збільшення точності і чутливості наступного перетворення частотного сигналу в цифровий код.

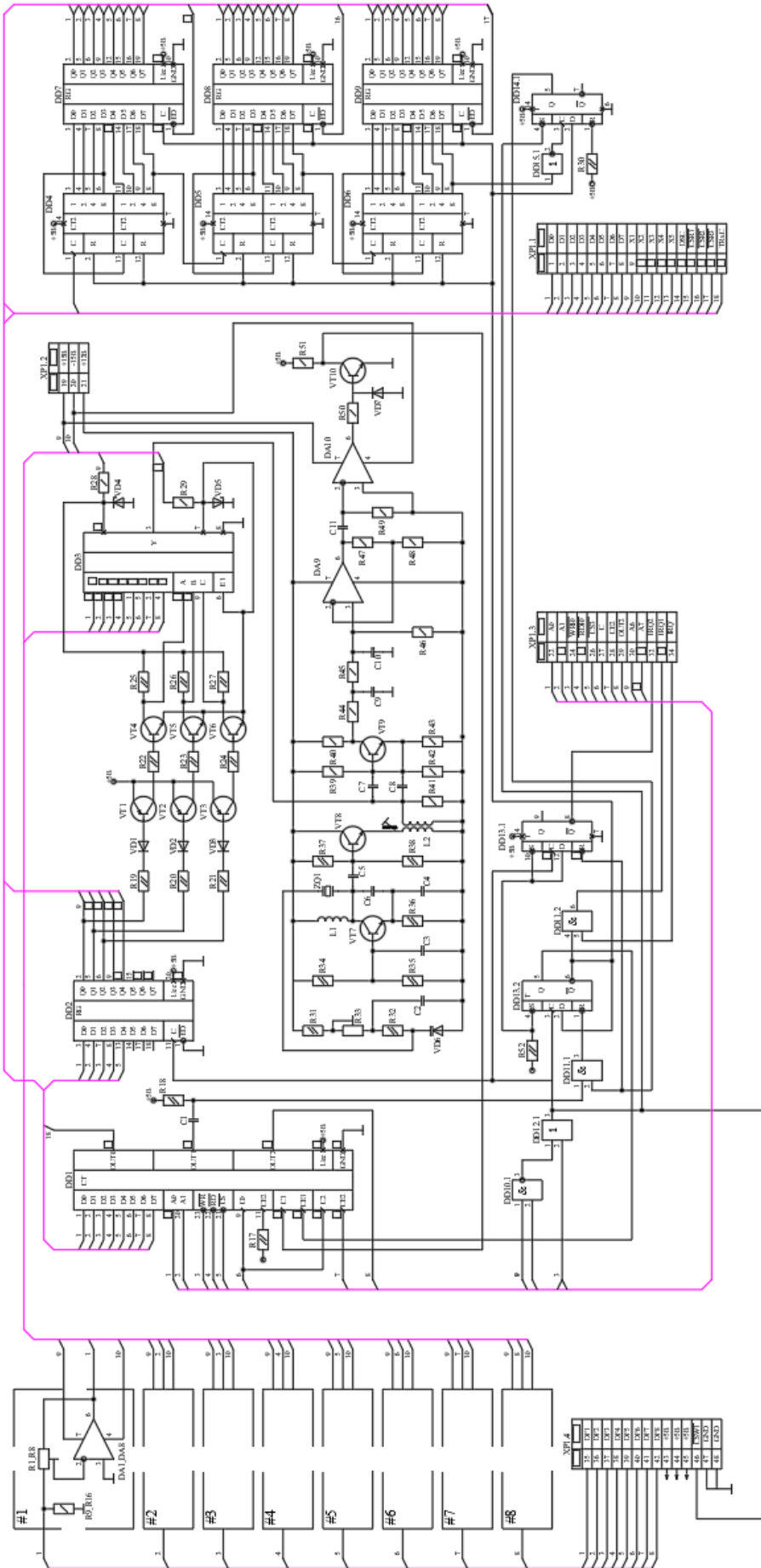


Рисунок 3.10. Електрична принципова схема блоку вимірювання концентрації

Далі надаємо сигнал форми типу Меандра. Цей сигнал надходить на вхід першого каналу таймера. В якості таймера використовується мікросхема КР580ВЛ53 – трьохканальний програмований пристрій, що призначений для організації роботи мікропроцесорної системи в режимі реального часу. Він реалізований із загальною схемою управління.

Ми використовуємо таймер для поділу інформаційного частотного каналу на певний масштабний коефіцієнт, котрий передається від мікропроцесора таймеру по шині даних. Поділений (відмаштабований) сигнал подається в одиницях тактової частоти мікропроцесорної системи на блок лічильників, які підраховують кількість цих одиниць, тобто перетворюють частотний сигнал в цифровий код.

Отриманий код записується в буферні регістри блоку і при їх активізації по сигналу мікропроцесора передають його на шину даних системи.

В схемі передбачено ситуацію, коли при надто великому масштабі поділу частоти на таймері, заданому мікропроцесором, лічильники підрахунку частоти можуть переповнитися. В цьому випадку тригерами лічильники та буферні регістри скидаються в нуль і в схемі формується переривання *IRQ 2*, яке повідомляє процесору про необхідність зміни частоти. При цьому мікропроцесор переходить о виконання підпрограми програмування таймера (його 1-го каналу).

У разі успішного завершення підрахунку і лічильниках отримуємо результат – цифровий код і при наявності сигналу *IRQ* про успішне завершення аналого-цифрового перетворення логікою блоку формується сигнал запиту переривання *IRQ 1*. Цей сигнал змушує мікропроцесор перейти до підпрограми зчитування даних з буферних регістрів блоків опитування давачів.

Таким чином, блоки вимірювання концентрації та АЦП працюють паралельно в часі і при наявності в їх буферних регістрах цифрових кодів інформаційних сигналів давачів видають отримані дані на шину даних контролера для їх подальшої передачі в керуючу ПЕОМ.

3.4.5 Розробка блоку ЦАП

Цей блок контролера призначений для виводу керуючих сигналів на виконавчі механізми системи управління (через електропневматичні перетворювачі).

Для послідовного циклічного виводу керуючих сигналів застосовується генератор (зібраний на мікросхемі K555ЛН1), який генерує адреси виконавчих механізмів. Ці адреси подаються на дешифратор, який селекує канал виводу, подаючи відкриваючий сигнал на ключ каналу. Також згенеровані адреси подаються на адресні входи мікросхем регістрового запам'ятовуючого пристрою КР1802ИР1. На входи даних цього регістру подається цифровий код керуючого впливу на виконавчий механізм вибраного каналу.

Регістровий ЗП в залежності від адреси виконавчого механізму, що надійшла від генератора адреси, видає код сигналу керування вказаного каналу на цифро-аналоговий перетворювач – мікросхему типу K572ПА1. після перетворення аналоговий сигнал підсилюється по струму на операційному підсилювачі і подається на схему стабілізації сигналу керування того вихідного каналу, ключ якого відкритий дешифратором адреси каналу. Ця схема стабілізації складається з підсилювача, компаратора, регулюючого елементу і джерела опорної напруги, які всі, крім регулятора (транзисторний), виконані на операційних підсилювачах.

Сигнал керування служить опорною напругою і подається на інверсний схід компаратора, де порівнюється із сигналом на прямому вході (зворотній зв'язок по струму навантаження). Якщо напруга опорна є більшою за напругу зворотного зв'язку, то на виході компаратора створюється від'ємна напруга, що при відкриває керуючий транзистор (регулятор), внаслідок чого струм керування збільшується (стабілізується керуючий вплив). У випадку збільшення струму в колі керування через, наприклад, падіння опору навантаження, збільшується напруга зворотного зв'язку і при порівнянні на компараторі виникає сигнал, що змушує регулюючий транзистор прикритися (стабілізується на необхідному

рівні). Таким чином підтримується стабільність вихідного керуючого сигналу приладу управління виконавчими механізмами – контролера.

3.4.6 Розробка та розрахунок стабілізованого блоку живлення на 5 В

Для живлення інтегральних мікросхем (155, 537, 555 та 580 серій), що входять до електричної схеми контролера, необхідно розробити стабілізоване джерело живлення з вихідною напругою 5В.

Принципова електрична схема розробленого блоку живлення представлена на рисунку 3.11.

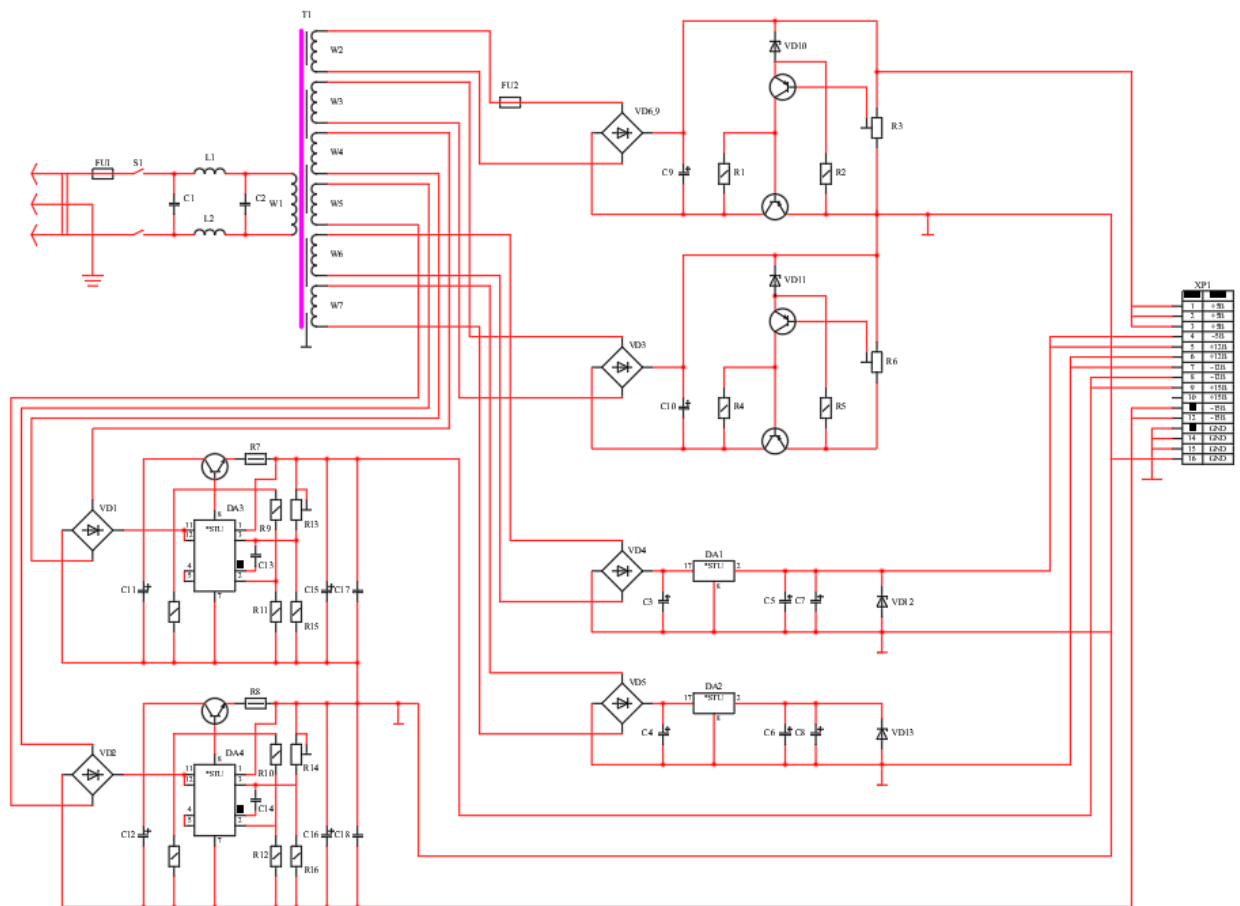


Рисунок 3.11. Електрична принципова схема блоку живлення

Для перетворення змінного струму від мережі живлення 220 В з частотою 50 Гц у постійний струм, що необхідний для живлення електронних компонентів

схеми приладу, використаємо випрямляч однофазного змінного струму, який працює в режимі двохпівперіодного випрямлення. Цей випрямляч зібраний за мостовою схемою, при якій спрощується конструкція випрямляча унаслідок кращого, в порівнянні з іншими схемами, випрямлення, використання обмоток трансформаторних котушок по струму.

Для згладжування струму на виході випрямляча, зібраного на напівпровідникових вентилях $VD1 - VD4$, використовуємо фільтруючий елемент – електролітичний конденсатор $C1$.

З метою забезпечення постійності вихідної напруги блоку живлення, тобто її незалежності від коливань напруги мережі та при зміні струму навантаження, використовуємо пристрій з автоматичним регулюванням вихідної напруги – компенсаційний стабілізатор. Цей стабілізатор є послідовного типу, в якому транзистор $VT1$ виконує функцію регулюючого елемента, транзистор $VT2$ є одночасно і порівнюючим, і підсилюючим елементом, а кремнієвий стабілітрон $VD5$ використовується в якості джерела опорної напруги.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1 Основи методу безконтактної кондуктометрії

Кондуктометричний метод, як контактний, так і безконтактний, базується на вимірюванні електричної провідності аналізованих розчинів.

Неконтактні (безконтактні) методи відрізняються від контактних тим, що в процесі вимірювання досліджувана речовина не має безпосереднього контакту з електродами кондуктометричної комірки і зв'язана із вимірюваним колом індуктивно або через ємність.

Неконтактні методи розроблені з метою усунення поляризаційних явищ на електроді, які з'являються внаслідок протікання електричного струму через поверхню розділу електрод-розчин, для вимірювання електропровідності концентрованих розчинів та для вимірювань в агресивних середовищах.

До переваг безконтактних методів відносяться відсутність взаємодії між середовищем, яке досліджується і матеріалом електроду, а також неможливість механічного забруднення електродів; крім того, вони дозволяють досліджувати процеси, які відбуваються в запаяній ампулі при високій або низькій температурі, та проводити дослідження фазових переходів.

Недоліки безконтактного методу полягає в тому, що вони не дозволяють здійснювати безпосередній відлік величини електропровідності. Тому їх часто застосовують тільки для визначення відносних змін величини електропровідності.

Суть методу безконтактної кондуктометрії полягає в тому, що питома електропровідність, діелектрична проникність середовища, яке досліджується, впливає на чутливі елементи приладу, змінюючи їх електричні характеристики та характеристики коливальних систем, до складу яких входять чутливі елементи давача. Зміна активної складової повного опору коливального контуру впливає

на величину амплітуди коливань, а зміна реактивної складової викликає зміну частоти вільних коливань контура.

Безконтактна (безелектродна) кондуктометрія в залежності від частоти електричного струму, що застосовується в якості вихідного сигналу давача, поділяється на низькочастотну з використанням змінного струму звукової та промислової частоти звичайно до кількох кілогерц і високочастотну з використанням радіочастот до сотень мегагерц.

Високочастотні кондуктометри – концентратоміри поділяються на ємнісні та індуктивні. В перших в якості чутливого елемента використовують ємнісну комірку (С-комірку), а в других – індуктивну (L-комірку).

В нашій розробці застосовуються індуктивна комірка (рис. 4.1), яка являє собою посудину із діелектрика, що заповнена досліджуванним пристроєм і поміщена в магнітне поле котушки індуктивності.

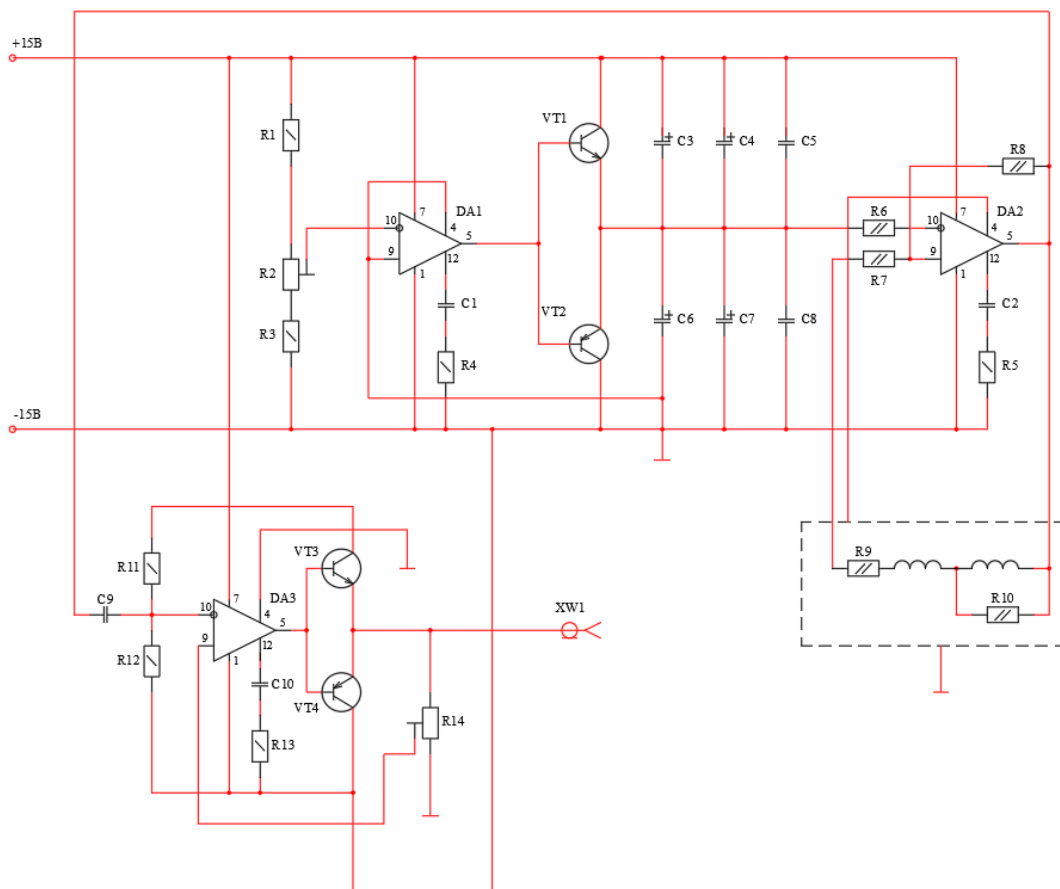


Рисунок 4.1 – Електрична схема кондуктометричного перетворювача

Давач складається із посудини, що має форму трубки, на яку намотана котушка індуктивності, причому трубка повинна бути із струмонепровідного матеріалу (в нашому випадку зі скла) (рисунок 4.2).

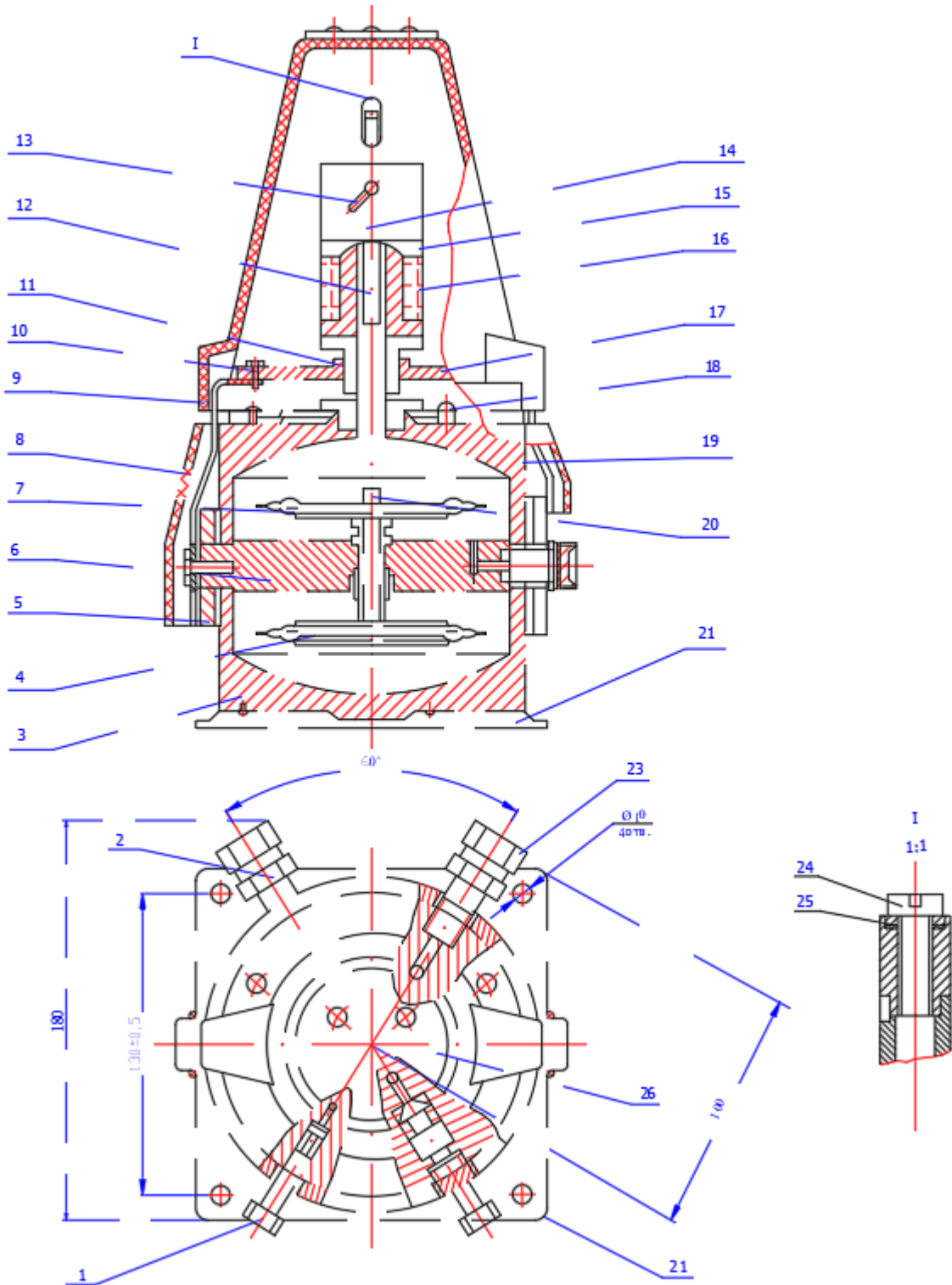


Рисунок 4.2 – Схема кондуктометричного перетворювача

Для запобігання появі похибок вимірювань внаслідок впливу зовнішніх електромагнітних наводок індуктивну комірку розміщують у металевому корпусі, що служить екраном.

Застосовують кондуктометри з аналоговим та частотним виходом, різниця між якими полягає в тому, що в перших вимірюється амплітуда вихідного електричного сигналу давача, а в других – частота напруги на виході генератора, яка залежить від величини електропровідності розчину, який досліджується. Девіація частоти пропорційна зміні електропровідності розчину, що досліджується. Чутливість частотного методу значно вища, тому його покладено в основу давача, що розробляється.

4.2 Розробка схеми давача

Чиста вода і чисті цукрові розчини не проводять електричного струму. Провідниками є іони електролітів (розчинів кислот, лугів, солей у воді). На практиці соки, що надходять на випарну станцію після фільтрації і другої сатурації, не є чистими цукровими розчинами, а містять домішки в основному лугів (рН) і солей (здебільшого кальцію). Тому вимірявши електропровідність реального цукрового розчину, можна знайти концентрацію іонів електролітів, а отже і концентрацію цукру, яка буде пропорційною до концентрації іонів електролітів.

Концентрацію цукрового розчину характеризують комплексним показником сухих речовин (у відсотках до маси всього розчину). Сухі речовини – це твердий залишок, який отримують із розчину при повністю випареній воді. Величина сухих речовин є показником якості процесу випарювання у цукровому виробництві та якості вихідного продукту цього процесу – сиропу.

Отже, давач, що розробляється може бути використаний в якості первинного вимірювального перетворювача в системі автоматичного регулювання концентрації соку на випарній станції.

Прилад являє собою підсилювач, що охоплений додатнім зворотнім зв'язком через RL-ланцюг, тобто він є RL-генератором. Роль RL-ланки виконує кондуктометрична комірка індуктивного типу, що складається з двох RL-ланок: L1R7 і L2R8. така дволанкова будова комірки пояснюється тим, що вона дає підвищення чутливості в 5-6 разів у порівнянні з одно ланковою коміркою. При порівнянні дволанкової будови індуктивної комірки виявляється, що підвищення чутливості останньої вже не є таким істотним (воно складає близько півтора рази).

Підсилювач, який зібраний на операційному підсилювачі DA2 (мікросхема К140УД1Б), працює в режимі генерації струму високої частоти, що досягається виконанням двох умов: балансу амплітуд та балансу фаз, тобто, двох умов само збурення підсилювача.

Визначимо K_{Π} – коефіцієнт підсилення операційного підсилювача, охопленого від'ємним зворотнім зв'язком через резистор $R5=R_{ЗВЗВ}$ – з величиною опору 47 кОм. Перевищення значення коефіцієнту підсилення числа два означатиме виконання умови балансу амплітуд [27].

Коефіцієнт підсилення рівний

$$K_{\Pi} = \frac{R_{33}}{R_{BX}} = \frac{4,7 \cdot 10^3}{10^4} = 4,7 \quad (4.1)$$

де R_{BX} - вхідний опір підсилювача ($R_{BX} = R_6 = 10 \text{ кОм}$).

З результатів обчислень випливає, що умова балансу фаз в даній схемі виконується.

Вибір мікросхеми операційного підсилювача К140УД1Б обумовлений її технічними характеристиками (робоча частота до 5МГц, напруга живлення $\pm 12\text{В}$) та відносною дешевизною.

В даній схемі виконується і друга умова самозбудження підсилювача – умова балансу фаз, оскільки фазовий зсув сигналу операційного підсилювача рівний $\varphi_{\Pi} = 180^\circ$. Тоді сумарний фазовий зсув сигналу в схемі приладу рівний:

$$\varphi_{\Sigma} = \varphi_n + \varphi_d = 180^{\circ} + 180^{\circ} = 360^{\circ} \quad (4.2)$$

Таким чином, в генераторі високої частоти виконується умова балансу фаз, яка виражається формулою

$$\varphi_{\Sigma} = 2\pi n, \text{ де } n = 0, 1 \dots \quad (4.3)$$

Підбором елементів коливного контуру генератора забезпечено стійкий режим роботи – самозбудження на частоті 2,6МГц.

Для збільшення стабільності роботи операційного підсилювача *DA2* через резистор *R5* здійснюється від'ємний зворотній зв'язок.

Для живлення операційного підсилювача в даній схемі використано блок створення двополярної напруги живлення (БСДНЖ). На його вхід подається напруга живлення від основного блоку живлення (до +24В), а на вході отримуємо двополярну напругу $\pm 12\text{В}$ із стійкою середньою точкою.

В блоці БСДНЖ операційний підсилювач *DA1* виконує роль компаратора сигналів, а транзистори *VT1* і *VT2* – ключів, так як вони працюють в ключовому режимі. Конденсатори *C1–C6* використовуються як фільтри для стабілізації напруги живлення підсилювача *DA2*. Змінний резистор *R2* призначений для точної під наладки середньої точки, від чого залежить стабільність роботи первинного перетворювача.

Оскільки вихідним сигналом генератора, зібраного на мікросхемі *K140УД1Б (DA2)*, є сигнал частотою близько 2,6МГц, амплітудою 1В і величиною постійної складової 5В, то при передачі його по довгій лінії він буде модулюватися наводками 4 частотою 50 Гц і через це матиме велике спотворення. Для подальшої передачі такого сигналу його необхідно перетворити в двополярний сигнал і знати зняти низькочастотну та постійну складові. Для цього використовуємо високочастотний фільтр, побудований на елементах *C7, R9, R10*, що входять в схему обробки сигналу кондуктометра.

З метою перетворення вихідного сигналу генератора із однополярної в двополярну з амплітудою $\pm 12\text{В}$ для подальшої передачі використовуємо схему,

зібрану на елементах $DA3$, $VT3$, $VT4$, $R11$. Мікросхема $DA3$ є операційним підсилювачем типу К104УД1Б.

В даній схемі операційний підсилювач включений по схемі аналогового масштабуючого підсилювача. Величина амплітуди вихідного сигналу під налагоджується за допомогою підналагоджувального резистора $R14$.

Для передачі сигналу кондуктометра по довгій лінії використовуємо екранований кабель і роз'єм типу СР50-736ФВ.

4.3 Результати випробувань та оцінка чутливості давача

При проведенні експериментальних досліджень з метою відладки схеми кондуктометра та визначення його метрологічних характеристик дула використана конструкція давача RL -комірки, схема якої показано на рис. 4.1.

В якості посудини взято скляну трубку діаметром 10 мм з товщиною стінок 1 мм. Ззовні на трубці намотано дріт у вигляді одношарової котушки індуктивності. Трубки з намотаною на неї котушкою оточена екраном, який може бути одночасно корпусом давача і захищати його від зовнішніх електромагнітних полів (виготовлений з металу).

Під час виконання випробувальних експериментів з метою визначення придатності розробленого приладу для аналізу концентрації сухих речовин в продуктах цукрового виробництва трубку давача заповнювали розчином цукру з від'ємним масовим співвідношенням (у відсотках до маси всього розчину).

В залежності від вмісту цукру в розчині, що досліджувався, а отже і його електричної провідності, на виході приладу отримували певні значення частоти електричного сигналу, які визначалися за допомогою електронного частотоміра. Отримана залежності частоти на виході кондуктометра від концентрації цукру в розчині.

Залежності частоти від концентрації носять однозначний характер і при збільшенні вмісту цукру в розчині вихідний сигнал концентратоміра збільшується.

Проведемо оцінку чутливості приладу, використовуючи методику, викладену в літературі [15]. Згідно з цією методикою для оцінки частотної чутливості використовують безрозмірну величину яка визначається як відношення величини девіації (зміни) частоти до середньої робочої частоти:

$$S_f = \frac{\Delta f}{f_{CP}}, \quad (4.4)$$

де Δf – величина, що відповідає девіації частоти для даних меж зміни концентрації розчину, що досліджується;

f_{CP} – середня частота між крайніми значеннями робочої частоти.

В результаті експериментів, які нами проводились, ми отримали такі дані: $f_1 = 2,515$ МГц (верхня межа зміни частоти при 58,3% СР) та $f_2 = 2,478$ МГц (нижня межа зміни частоти при заповненні трубки давача чистою водою).

Отже,

$$\Delta f = f_1 - f_2 = 2,515 - 2,478 = 0,037 \text{ (МГц);}$$

$$f_{CP} = \frac{f_1 + f_2}{2} = \frac{2,515 + 2,478}{2} = 2,4965 \text{ (МГц).}$$

Звідси

$$S_f = \frac{\Delta f}{f_{CP}} = \frac{0,037}{2,4965} = 0,0148.$$

Отримане значення чутливості розробленого приладу знаходиться в оптимальних межах для кондуктометрів такого типу.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Розробка програмного забезпечення мікропроцесорного контролера

Знаючи функціональне призначення мікропроцесора в розробленому приладі складаємо алгоритм його роботи, блок-схема якого представлена на рисунку 5.1.

Представлена блок-схема алгоритму є загальним алгоритмом роботи мікропроцесора. Цей алгоритм є програмно безперервний, так як контролер використовується в системі управління технологічним процесом випарювання соку, що відбувається безперервно.

Під ініціалізацією пристрої системи (блок 2 алгоритму) розуміємо початкове встановлення лічильників, регістрів, тригерів та інших елементів, що входять до її складу, а також програмування програмованих мікросхем (контролера переривань, таймера, асинхронного прийомо-передавача). Цей процес здійснюється відповідно до підпрограми, зашиті в ПЗП.

Після ініціалізації мікропроцесор видає на лінії інтерфейсу із зовнішнім керуючим комп'ютером сигнал готовності.

Тепер мікропроцесор переходить до підпрограми очікування відповіді від керуючої ПЕОМ. Так як запит на переривання від порту подається на вхід контролера переривань, то мікропроцесор не виконує ніяких дій поки не надійде цей сигнал по інтерфейсу.

При надходженні відповіді від керуючої ПЕОМ мікропроцесор починає виконувати підпрограму прийому програми опитування давачів, алгоритм якої показано на листах.

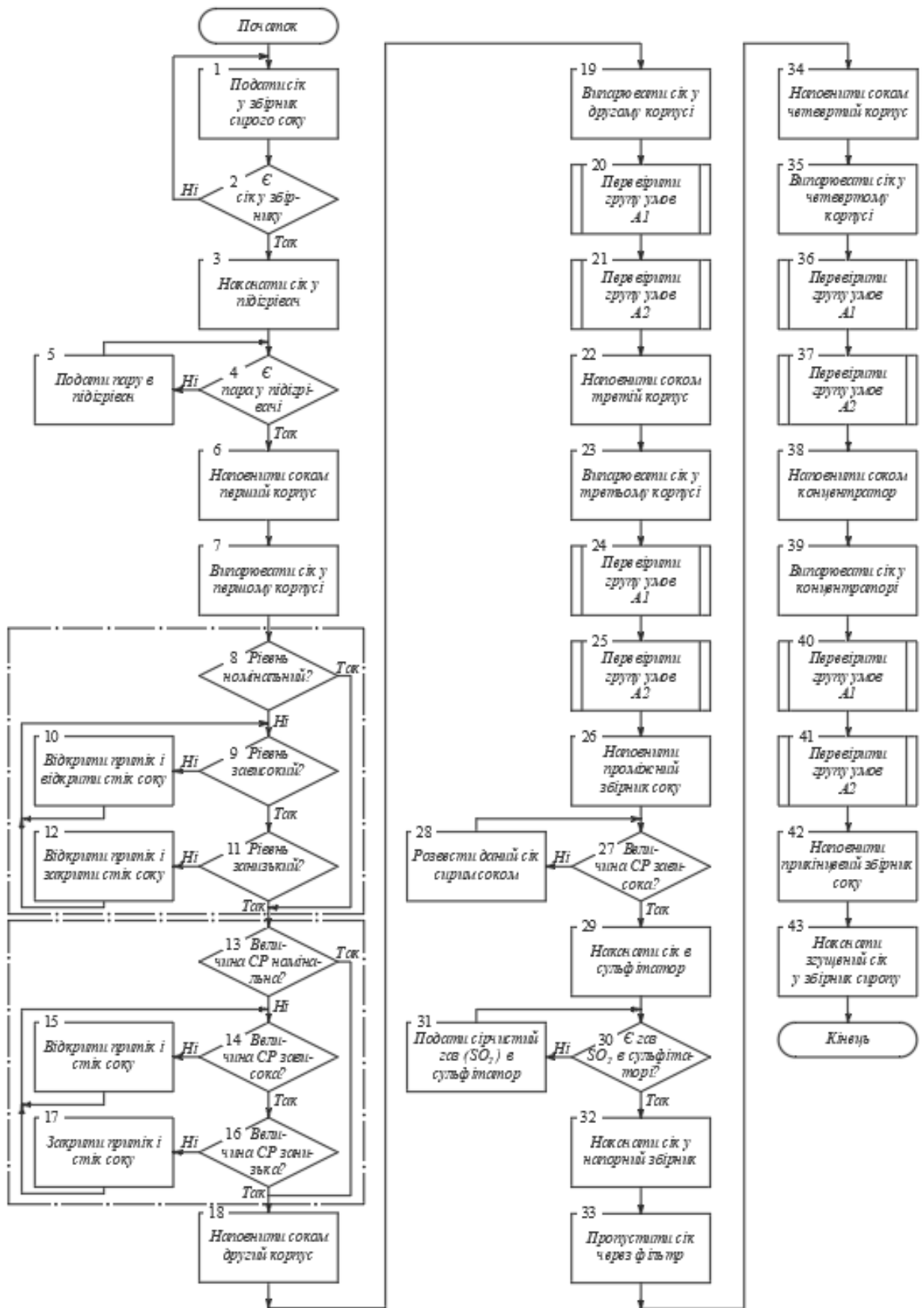


Рисунок 5.1. Алгоритм роботи керуючої програми

Після прийому програми опитування датчиків в ОЗП буде знаходитися ця програма обслуговування вимірних перетворювачів. Тепер процесор приступає до виконання програми опитування датчиків, після виконання якої в ОЗП із буферних регістрів блоків АЦП і вимірювання концентрації передається набір інформаційних кодів (масив) про стан технологічних параметрів.

Після того як контролер зібрав інформацію від датчиків технологічних параметрів, він повинен передати їх в керуючу ПЕОМ, тобто мікропроцесор починає виконання підпрограми передачі зібраних даних, при чому передбачається, що весь масив зібраних інформаційних кодів займає в ОЗП 126 байт, так як при опитуванні датчиків відбулось 21 цикл, в кожному з яких в пам'ять записувалось 6-ти байтове інформаційне слово.

По завершенню передачі зібраних даних в ПЕОМ мікропроцесор переходить в стан очікування відповіді від цієї машини.

Керуюча ПЕОМ обробляє зібрані дані і на їх основі виробляє керуючі сигнали, які передаються на контролер. Для цього мікропроцесор переходить до підпрограми отримання даних від ПЕОМ.

Отримавши керуючі сигнали і записавши їх і робочу область пам'яті ОЗП, мікропроцесор переходить до підпрограми виведення сигналів на виконавчі механізми регулюючих органів системи управління.

Після виконання цієї підпрограми мікропроцесор переходить до наступної підпрограми – виведення повідомлення про готовність контролера, тобто цикл знову.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Заходи, що забезпечують умови праці на обладнанні, що проектується

При організації робочого місця необхідно забезпечити нормальні умови огляду. Зону огляду описує кут, вершина якого знаходиться в центрі ока, а сторони складають границі, в яких людина при фіксованому положенні голови й ока добре розрізняє їхнє місцезнаходження.

Для забезпечення експлуатації технологічного обладнання віс робітники, що обслуговують засоби автоматизації випарної станції повинні пройти курс навчання з техніки безпеки.

Керівники підприємства повинні забезпечувати своєчасне і якісне проведення інструктажу робітників та інженерів – технічних працівників по безпечних методах роботи.

Виконання на випарному устаткуванні, трубопроводах і ємностях, що знаходяться під тиском та в зоні високих температур, допускаються тільки з дозволу особи, відповідальної за їх експлуатацію.

Після виконання всіх заходів, що забезпечують безпечне проведення робіт, технологічне обладнання і трубопроводи звільняються і дегазуються; перекривається запірна арматура між засобами автоматизації і технологічним обладнанням, що знаходиться під тиском; знімається тиск з апаратів; відкриваються небезпечні місця в зоні робіт; вивішуються застерігаючі плакати.

З метою визначення здатності даної особи по стану здоров'я займатись обслуговуванням, ремонтом, перевіркою систем вимірювань і автоматизації весь обслуговуючий персонал зобов'язаний пройти медичний огляд. Повторні медичні огляди проводяться не рідше одного разу в рік.

Роботи на діючому технологічному обладнанні із засобами вимірювання і автоматизації, які знаходяться під напругою чи на висоті, зварювальні, із вибухонебезпечними речовинами є роботами з підвищеною небезпекою.

Роботи по обслуговуванню і ремонту засобів автоматизації та вимірювання в загазованих і вибухонебезпечних приміщеннях і зонах, де можливий вихід газів із апаратів, повинні проводитись не менш як двома особами. Періодично виконується очищення поверхні нагрівання апаратів (виварювання) послідовним кип'ятінням в їх корпусах розчину соди і соляної кислоти. При виварюванні утворюється вибухонебезпечний газ – водень. Тому під час проведення виварювання задля уникнення вибуху забороняється користуватися відкритим вогнем. Приміщення під час виварювання повинно добре провітрюватися. Після закінчення виварювання перед відкриттям випарного апарату включають комунікацію, яка розміщена у верхній частині випарного устаткування, яка спеціально призначена для випуску водню.

При роботі на діючому обладнанні устаткуванні необхідно керуватися Правилами техніки безпеки при здійсненні електромонтажних робіт. В цеху повинен бути журнал для запису заходів, які проводяться при обслуговуванні приладів, заміні установок і блокуючи пристроїв.

6.2. Заходи безпеки при експлуатації електроустаткування в цеху, що проектується

Електричні прилади і засоби автоматизації, що встановлені у вибухонебезпечних приміщеннях, повинні задовольняти вимогам Правил устаткування електроустановок (ПУЕ).

Для пневматичних приладів і засобів автоматизації повинні існувати окремі мережі стисненого повітря. Технологічна дільниця повинна бути обладнана прилади для сигналізації про спад тиску повітря в мережі живлення. Мережі стисненого повітря для живлення приладів і засобів автоматизації повинні мати

буферні ємності, що забезпечували б годинний запас стисненого повітря для роботи.

При відсутності спеціального устаткування стисненого повітря для приладів і засобів автоматизації та в разі зниження тиску в загальній мережі менше допустимого, мережі повітря під тиском повинні автоматично відключатися від всіх інших мереж за допомогою зворотного клапана або іншого автоматичного пристрою, що встановлюється перед буфером.

Забір повітря для повітряних компресорів повинен виключати можливість його забруднення газами виробництва.

Всі електроприлади і щити АСУ ТП підлягають заземленню у відповідності з ПУЕ, незалежно від напруги, яка на них подається.

Всі приміщення, де розміщені щити автоматизації, повинні бути обладнані системою двостороннього виробничого гучномовного зв'язку або телефонами, а взаємозалежні ділянки – сигналізацією, що зв'язує агрегати між собою.

Аварійне вимикання приладів дозволяється здійснювати лише у відповідності із спеціальною інструкцією.

Перевірку, регулювання і ремонт всіх приладів та засобів автоматизації потрібно проводити із дотриманням державних стандартів і технічних умов.

Роботи по регулюванню і перевірці електричних приладів і комунікацій до них одночасно з проведенням у приміщенні небезпечних робіт (виварювання випарки) не допускається.

Виконавчі механізми автоматичних регуляторів потрібно піддавати гідравлічним випробуванням, як і арматуру апаратів. Перевірка працездатності і регулювання схеми автоматичної системи керування та окремих виконавчих пристроїв повинні виконуватись на робочому місці і оформлятися відповідною документацією.

Протягом часу, необхідного на заміну автоматичного регулятора, регулювання повинно здійснюватися вручну.

За приладами і засобами автоматизації, виробничою сигналізацією і дистанційним керуванням повинен бути встановлений постійний контроль, що гарантує їх безвідмовну роботу.

При прийманні і передачі зміни потрібно виконувати огляд щитів автоматизації, АСУ ТП, блокуючи пристроїв, засобів сигналізації із записом про це у змінному журналі.

6.3. Електромагнітний імпульс ядерного вибуху і захист від нього радіоелектронних засобів

На початку 90-х років у США стала зароджуватися концепція, відповідно до якої збройні сили країни повинні мати не тільки ядерні і звичайні озброєння, але і спеціальні засоби, що забезпечують ефективну участь у локальних конфліктах без нанесення супротивнику зайвих втрат у живій силі і матеріальних цінностях.

До цієї спеціальної зброї американські військові фахівці в першу чергу відносять:

- засоби створення електромагнітного імпульсу (ЕМІ);
- генератори інфразвуку;
- хімічні склади і біологічні рецептури, здатні змінювати структуру базових матеріалів основних елементів бойової техніки;
- речовини, що виводять з ладу змащення і гумові вироби;
- лазери.

Найбільш близькі до прийняття на озброєння різні типи лазерів для осліплення особового складу, хімічні засоби для його знерухомилення, генератори ЕМІ, що негативно впливають на роботу електронної техніки.

Генератори ЕМІ (супер ЕМІ), як показують теоретичні роботи і проведені за кордоном експерименти, можна ефективно використовувати для виводу з ладу

електронної й електротехнічної апаратури, для стирання інформації в банках даних і псування ЕОМ.

За допомогою ЗНСД на основі генераторів ЕМІ можливий вивід з ладу ЕОМ, ключових радіо й електротехнічних засобів, систем електронного запалювання й інших автомобільних агрегатів, чи підірвавши інактивація мінних полів. Вплив цієї зброї досить вибірково і політично цілком прийнятний, однак потрібна точна доставка його в райони поразення.

Незважаючи на визнання військово-політичним керівництвом США і НАТО неможливості перемоги в ядерній війні, різні аспекти вражаючого дії ядерної зброї продовжують широко обговорюватися. Так, в одному з розглянутих іноземними фахівцями сценаріїв початкового періоду ядерної війни особливе місце приділяється потенційної можливості висновку з ладу радіоелектронної техніки в результаті впливу на неї ЕМІ.

Вважається, що підірвавши на висоті близько 400 км тільки одних боєприпасів потужністю більш 10 Мт приведе до такого порушення функціонування радіоелектронних засобів у великому районі, при якому час їхнього відновлення перевищить припустимі терміни для вживання відповідних заходів.

По розрахунках американських експертів, оптимальною точкою підриву ядерних боєприпасів для поразки ЕМІ радіоелектронних засобів майже на всій території США була би точка в космосі з епіцентром у районі географічного центра країни, що знаходиться в штаті Небраска.

Теоретичні дослідження і результати фізичних експериментів показують, що ЕМІ ядерного вибуху може привести не тільки до виходу з ладу напівпровідникових електронних пристроїв, але і до руйнування металевих провідників кабелів наземних споруд. Крім того, можлива поразка апаратури, що знаходяться на низьких орбітах.

Для генерації ЕМІ ядерні боєприпаси можуть підриватися в космічному просторі, що не приводить до виникнення ударної хвилі і випаданню

радіоактивних опадів. Тому в закордонній пресі виголошуються наступні думки про "неядерний характер" такого бойового застосування ядерної зброї і про те, що удар з використанням ЕМІ не обов'язково приведе до загальної ядерної війни.

Небезпека цих заяв очевидна, тому що одночасно деякі закордонні фахівці не виключають можливість масової поразки за допомогою ЕМІ і живої сили. У всякому разі цілком очевидно, що наводимі під впливом ЕМІ в металевих елементах техніки струми і напруги будуть смертельно небезпечні для особового складу.

6.3. Шляхи вирішення задачі захисту від ЕМІ

Ідеальним захистом від ЕМІ було б повне закриття приміщення металевим екраном, в якому розміщена радіоелектронна апаратура. Разом з тим ясно, що практично забезпечити такий захист в ряді випадків неможливо, тому що для роботи апаратури часто потрібно забезпечити її електричний зв'язок із зовнішніми пристроями.

Тому, використовуються менш надійні засоби захисту, такі як струмопровідні сітки чи плівкові покриття для вікон, стільникові металеві конструкції для воздухозабірників і вентиляційних отворів та контактні пружинні прокладки, розташовувані по периметру дверей і люків.

Більш складною технічною проблемою вважається захист від проникнення ЕМІ в апаратуру через різні кабельні вводи. Радикальним вирішенням даної проблеми міг би стати перехід від електричних мереж зв'язку до практично не підданих впливу ЕМІ волоконно-оптичних.

Однак заміна напівпровідникових приладів у всьому спектрі виконуваних ними функцій електронно-оптичними пристроями можливо тільки у віддаленому майбутньому. Тому в даний час як засоби захисту кабельних вводів найбільше широко використовуються фільтри, в тому числі волоконні, а також

іскрові розрядники, металоокисні варистори і високошвидкісні зенеровські діоди.

Усі ці засоби мають як переваги, так і недоліки. Так, ємнісно-індуктивні фільтри досить ефективні для захисту від ЕМІ малої інтенсивності, а волоконні фільтри захищають у відносно вузькому діапазоні надвисоких частот. Іскрові розрядники володіють значною інерційністю й, в основному, придатні для захисту від перевантажень, що виникають під впливом напруг і струмів, що наводяться в обшиваці літака, кожусі апаратури й екрануванні кабеля.

Металоокисні варистори являють собою напівпровідникові прилади, що різко підвищують свою провідність при високій нарузі. Однак, при застосуванні цих приладів, як засобу захисту від ЕМІ, варто враховувати їхню недостатньо високу швидкодію і погіршення характеристик при кількаразовому впливі навантажень.

Ці недоліки відсутні у високошвидкісних зенеровських діодах, дія яких базується на різкій лавиноподібній зміні опору від відносно високого значення практично до нуля при перевищенні прикладеної до них напруги визначеної граничної величини. Крім того, на відміну від варисторів, характеристики зенеровських діодів після багаторазових впливів високих напруг і переключень режимів не погіршуються.

Найбільш раціональним підходом до проектування засобів захисту від ЕМІ кабельних введів є створення таких роз'ємів, в конструкції яких передбачені спеціальні міри, що забезпечують формування елементів фільтрів і установку вмонтованих зенеровських діодів. Подібне вирішення сприяє одержанню дуже малих значень ємності й індуктивності, що необхідно для забезпечення захисту від імпульсів, що мають незначну тривалість і, отже, потужну високочастотну складову. Використання роз'ємів подібної конструкції дозволить вирішити проблему обмеження масо-габаритних характеристик пристрою захисту.

Складність вирішення задачі захисту від ЕМІ і висока вартість розроблених для цих цілей засобів і методів змушують піти на перших порах по шляху їхнього вибіркового застосування в особливо важливих системах зброї і військової

техніки. Першими цілеспрямованими роботами в даному напрямку були програми захисту від ЕМІ стратегічної зброї.

Такий же шлях обраний і для захисту систем, що мають велику довжину керування і зв'язку. Однак, основним методом вирішення даної даної проблеми закордонні фахівці вважають створення так званих розподілених мереж зв'язку (типу "Гвен"), перші елементи яких уже розгорнуті на континентальній частині США.

Сучасний стан проблеми ЕМІ можна оцінити в такий спосіб. Досить добре досліджені теоретично і підтверджені експериментально механізми генерації ЕМІ і параметри його вражаючої дії.

Розроблено стандарти захищеності апаратури і відомі ефективні засоби захисту. Однак, для досягнення достатньої впевненості в надійності захисту систем і засобів від ЕМІ необхідно провести випробовування за допомогою імітатора. Що стосується повномасштабних випробовувань систем зв'язку і керування, то ця задача навряд чи буде вирішена в доступному для огляду майбутньому.

В даний час у деяких західних країнах ведуться роботи з генерації імпульсів електромагнітного випромінювання магнітодинамічними пристроями, а також високовольтними розрядами. Тому питання захищеності від впливу ЕМІ будуть залишатися в центрі уваги фахівців при будь-якому результаті переговорів про ядерне роззброювання.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі була розроблена автоматизована система керування технологічним процесом визначення концентрації сухих речовин у сиропі при випарюванні соків. В роботі було проаналізовано технологічний процес випарювання сокового розчину та запропоновано конструкцію кондуктометричного давача для визначення концентрації сиропу.

В якості управляючого пристрою в розробленій автоматизованій системі управління використовується ПЕОМ, для забезпечення функціонування якої в режимі управління на основі електроніки і мікропроцесорної техніки спроектовано контролер.

Спроектована мікропроцесорна система керування призначена для передачі зібраної інформації в ЕОМ та прийому керуючих сигналів від неї по послідовному асинхронному інтерфейсу RS-232C, а також зворотного цифрово-аналогового перетворення сигналів керування. Для забезпечення передачі сигналів між пристроями пневмоавтоматики і електроніки використовуються пневмо-електричні та електропневматичні перетворювачі.

Застосування ПЕОМ в якості керуючого пристрою системи управління дозволяє програмним шляхом реалізувати алгоритм управління, досягаючи оптимального проведення технологічного процесу випарювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 80 с.
2. 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.
3. 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.
4. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
5. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі : Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
6. Ладанюк, А. П. Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности [Текст] / А. П. Ладанюк. — М. : Урожай, 1987. — 160 с.
7. Ладанюк А. П Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности [Текст] : учебник / В. Г. Трегуб, А. П. Ладанюк, Л. Н. Плужников. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 352 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - ISBN 5-10-001082-7
8. Ладанюк, А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості [Текст] : підручник для вузів I-IV рівнів акред. із спец. "Харчова технологія та інженерія" / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В.

- Ельперін, В.Д. Цюцюра. - К. : Аграрна освіта, 2001. - 224 с. - ISBN 966-95661-2-6
9. І.Т. Стрепко, О.В. Тимченко, Б.В. Дурняк. Проектування систем керування на однокристальних мікро-ЕОМ. – К.: Фенікс, 1998.
10. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник; Л.Л.Товажнянський, С.І.Бухкало, П.О.Капустенко, Є.І.Орлова. — К.: ЦУЛ, 2011. — 832 с.. — (МО і науки України. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"). — ISBN 966-364-093-6
11. Прогресивні ресурсозберігаючі технології в харчовій промисловості: Навчальний посібник / Ростовський В.С., Олейник Н.В.. — К.: Кондор, 2009. — 136 с.. — (Полтавський університет споживчої кооперації України). — ISBN 978-966-351-234-1
12. Теоретичні основи харчових виробництв: Підручник / Зубар Н.М.. — К.: Кондор, 2020. — 304 с.. — ISBN 978-617-7939-15-2
13. Автоматизация свеклосахарного производства / З.С.Волошин, А.П.Макаренко, А.А.Рокитський, П.В.Яцковський. – М.: пищевая промышленность, 1980. –287с.
14. Автоматизация технологических процессов пищевых производств /Под ред. Е.В.Карпина. – М.: Агропромиздат, 1985. –535с.
15. Азрилевич М.Я. Оборудование сахарных заводов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. –392с.
16. Азрилевич М.Я., Барас Я.И., Эрлих В.М. Основы автоматизации процессов свеклосахарного производства. –М.: Пищевая промышленность, 1968. – 424с.
17. Архипович М.Я. Общая технология сахарных веществ. – Киев.: Вища школа, 1970. –519с.
18. Буняк А.М. Применение бесконтактного кондуктометра. Сахарная промышленность, 1972, №7
19. Волошин З.С., Макаренко Л.П, Эрлих В.М. Справочник специалиста КИП и А сахарной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985 –286с.

20. Приймак В.М. Технология и технологический контроль сахарных производств. – М.: Агропромиздат, 1981. – 297с.
21. Сапронов А.Р., Жушман А.И. Общая технология сахара и сахарных веществ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 452с.
22. Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
23. Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302с.
24. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В.С.Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336с.