

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації та комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Магістр»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інтелектуальні комп'ютерні системи керування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри АКТСУ Інтерін А.В.

“18” листопада 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гавриленко Артема Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизація процесу фільтрування потоків сокоочистки цукрового виробництва
керівник роботи д.т.н. доц. Івацук В'ячеслав Віталійович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “18” листопада 2020 року №953-кв
2. Строк подання здобувачем роботи 11 лютого 2021 року
3. Вихідні дані до роботи Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. Розділ 1. Оцінка задачі розробки ІСК для забезпечення задачі автоматизації процесу фільтрування потоків сокоочистки. 1.1. Аналіз технологічного процесу фільтрування потоків сокоочистки як об'єкту автоматизації. 1.2. Аналіз існуючих систем керування процесом фільтрації дифузійного соку. 1.3. Аналіз інформаційного забезпечення, що обумовлює можливість застосування алгоритмів інтелектуального керування. 1.4. Концептуальна схема системи інтелектуальної обробки даних. 1.5. Постановка задачі дослідження. Розділ 2. розробка загальносистемних рішень інформаційної системи керування. 2.1. Розробка підсистеми управління процесом фільтрування потоків сокоочистки. 2.2. Опис функцій,

що інтелектуалізуються. 2.3. Визначення функцій користувачів Use Case diagram. 2.4. Розробка діаграми вимог до інтелектуальної системи управління (Requirements diagram). 2.5. Розробка етапів створення інтелектуальної системи управління (Sequence diagram). Розділ 3. Розробка інформаційного та програмного забезпечення для інтелектуальної системи управління. 3.1. Вибір програмного забезпечення для компонентів системи. 3.2. Дисплейна мнемосхема процесу фільтрації потоків сокоочистки. 3.3. Побудова структури інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 18 листопада 2020 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1. Оцінка задачі розробки іск для забезпечення задачі автоматизації процесу фільтрування потоків сокоочистки	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2. Розробка загальносистемних рішень інформаційної системи керування	3 тиждень	
4	Розділ 2. Розробка підсистеми управління процесом фільтрування потоків сокоочистки	5 тиждень	
5	Розділ 2. Розробка діаграми вимог до інтелектуальної системи управління (Requirements diagram)	7 тиждень	
6	Розділ 3. Розробка інформаційного та програмного забезпечення для інтелектуальної системи управління	11 тиждень	

Здобувач _____
(підпис)

Гавриленко А.О.

Керівник роботи _____
(підпис)

Іващук В.В.

АНОТАЦІЯ

Об'єм магістерської роботи 103 сторінки, на яких розміщено 26 рисунків та 7 таблиць. При написанні роботи використано 57 джерел.

Ключові слова: виробництво цукру, фільтрація дифузійного соку, інтелектуальне керування, системи підтримки прийняття рішень.

Магістерська робота присвячена автоматизації процесу фільтрування потоків сокоочистки цукрового виробництва, що забезпечує: контроль та регулювання технологічними параметрами підсистеми управління процесом фільтрації дифузійного соку з використанням фільтрів МВЖ; метод формування керувальних дій та оцінку форми залучення особи, що приймає рішення; вимоги режимами роботи фільтраційного устаткування; послідовність створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

Магістерська робота містить вступ, три розділи та висновки.

ANNOTATION

The volume of the master's thesis is 103 pages, on which 26 figures and 7 tables are placed. 57 sources were used in writing the work.

Key words: sugar production, diffusion juice filtration, intelligent control, decision support systems.

The master's thesis is devoted to the automation of the process of filtering the flows of juice production of sugar production, which provides: control and regulation of technological parameters of the control subsystem of the process of filtration of diffusion juice using filters MVZh; the method of formation of management actions and assessment of the form of involvement of the decision maker; requirements for operating modes of filtration equipment; the sequence of creating an intelligent decision support system.

The master's thesis contains an introduction, three sections and conclusions.

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво цукру є одним із найбільш складних та енергоємних. Умови високої конкуренції за сучасну реальність висувають на перший план такі показники, як якість, споживання енергії, витрати та диктують необхідність використання передових технологій, теплових технологій, організації виробництва цукру. Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну та ефективну роботу всіх технологічних частин цукрової промисловості лише завдяки комплексному підходу до вирішення цієї проблеми.

Сьогодні інтелектуальні системи управління широко використовуються, що дозволяє підвищувати ефективність виробництва та продуктивність праці у відділах та на всьому заводі.

Інтелектуальні системи управління - це системи управління, які здатні "розуміти" і навчатися відповідно до об'єкта управління, порушення, зовнішнього середовища тощо. Враховуючи різноманітність технологічних процесів, що відбуваються в різних технологічних ділянках виробництва цукру, їх різноманітність, нестационарні характеристики та відсутність технологічної інформації на всіх рівнях управління виробництвом для підтримки рішень операторів, диспетчерів, технологів та інших щодо покращення якості, необхідно застосовувати інтелектуальний підхід.

Мета і завдання роботи. Метою магістерської роботи є підвищення ефективності процесів фільтрації технологічних потоків сокоочистки на цукровому заводі шляхом створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень відносно зміни режимів функціонування обладнання та суміжних відділень.

У відповідності до цієї мети необхідно розв'язати такі основні задачі:

– провести аналіз технологічного процесу фільтрації потоків сокоочистки, проаналізувати існуючі системи автоматизації;

– проаналізувати інформаційне забезпечення, що обумовлює можливість використання інтелектуальних систем, схеми систем інтелектуального аналізу даних;

– розробити підсистему управління процесом фільтрації потоків сокоочистки цукрового заводу, описати функції що інтелектуалізуються;

– розробити діаграма варіантів використання методу формування керувальних дій та оцінка форми залучення особи, що приймає рішення;

– розробити діаграму вимог режимами роботи фільтраційного устаткування;

– розробити діаграму послідовності створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень;

– розробити програмне забезпечення для процесу фільтрації дифузійного соку;

– побудувати структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

Основні положення, що виносяться на захист. При виконанні магістерської роботи були отримані наступні результати:

– проведений аналіз технологічного процесу фільтрації потоків сокоочистки, проаналізовано існуючі системи автоматизації;

– проаналізовано інформаційне забезпечення, що обумовлює можливість використання інтелектуальних систем, схем систем інтелектуального аналізу даних;

– розробити підсистему управління процесом фільтрації потоків сокоочистки цукрового заводу на базі контролера M340 від фірми Schneider Electric, описано функції що інтелектуалізуються;

– розроблено діаграми варіантів використання Use case diagram методу формування керувальних дій та оцінки форми залучення особи, що приймає рішення;

– розроблено діаграму вимог Requirements diagram режимами роботи фільтраційного устаткування;

- розроблено діаграму послідовності Sequence diagram створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень;
- розроблена мнемосхема процесу фільтрації дифузійного соку для фільтрів МВЖ з використанням SCADA-програми Vijeo Citect;
- побудовано структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ЗАДАЧІ РОЗРОБИ ІСК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРУВАННЯ ПОТОКІВ СОКООЧИСТКИ

1.1. Аналіз технологічного процесу фільтрування потоків сокоочистки як об'єкту автоматизації

Фільтрування сатурованого соку - це поділ суспензії за допомогою пористої фільтруючої перегородки на умовно чисту рідину (фільтрат) і вологий осад, званий фільтраційним. Опір фільтруючої перегородки залежить від складу і температури суспензії, структури і товщини шару осаду. Розрізняють два види опадів: нестискувані, що складаються в основному з кристалічних частинок, і ті що стискаються, представлені аморфними деформуючими частинками. У нестискуваних опадах зі зміною тиску взаємне розташування частинок майже не змінюється і не змінюються розміри пор, через які проходить рідина. Тому швидкість фільтрування суспензії в цих умовах зростає тільки при збільшенні тиску на рідину, а при постійному тиску залежить тільки від товщини шару осаду.

Сік 1 сатурації - це суспензія низькою в'язкості зі значним вмістом твердої фази, яка за хімічним складом являє собою переважно кристалічний карбонат кальцію, який утворює майже шар, що не стискається. Тому процес фільтрування добре відсатурованого соку, отриманого з якісної буряка, підпорядковується закономірностям процесу з утворенням нестиснутого осаду на нестискаючій фільтрувальній перегородці [1, 2].

При переробці поганого буряка або порушення технології очищення отримують сік з частково желатиновим осадом (гель), який під тиском частково стискається. В результаті зменшується його обсяг і звужуються капілярні канали в фільтруючому шарі, що сприяє зниженню швидкості фільтрування.

Тому з підвищенням тиску швидкість фільтрування буде збільшуватися непропорційно, а з деяким відставанням, а при певній величині тиску може навіть знижуватися, що наочно видно на рис. 1.1.

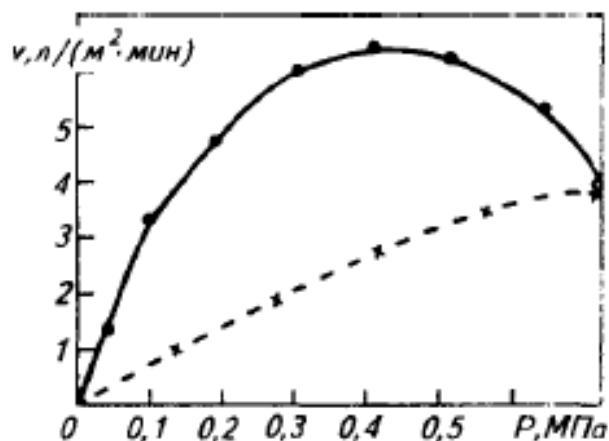


Рис. 1.1. Залежність швидкості фільтрації суспензії соку I сатурації від тиску

Зі збільшенням тривалості фільтрування на фільтруючій перегородці зростає шар осаду і підвищується його опір, в результаті чого процес фільтрування сповільнюється.

Залежно від характеру осаду визначають гранично допустиму товщину шару і на підставі цього для періодично діючих фільтрів складають графік очищення фільтруючої поверхні. У камерних вакуум-фільтрах фільтраційний осад знімають безперервно і оптимальну товщину його регулюють, змінюючи частоту обертання барабана.

При нагріванні цукровмісних розчинів їх в'язкість знижується і швидкість фільтрування збільшується, тому перед фільтруванням соки і сироп нагрівають до 85 ... 88 ° С.

У сучасних схемах очищення дифузійного соку фільтрування соку I сатурації проводять в два ступені: на першому місці відсатурований сік поділяють в гравітаційних відстійниках або фільтрах-згущувачах на декантат (фільтрат) і згущене суспензію густиною 1,17 ... 1,24 г / см³, на другий ступені згущене суспензію фільтрують в вакуум-фільтрах. Нефільтрований сік I сатурації містить тендітні агрегати сатураційного осаду, коагулят, пісок, солі кальцію в осаді, тому для його перекачування слід використовувати спеціальні відцентрові насоси типу АНС продуктивністю до 150 м³/год.

Серед фільтруючих пристроїв розрізняють фільтри-апарати (ФилС, патронні, рамні фільтр-преси) та фільтри машини (камерні вакуум-фільтри,

дискові, ФЦВО, фільтр-преси ФПАК-М). У більшості фільтр-машинах привід включають тільки при регенерації фільтруючого поверхні [1,2].

Фільтр-преси. Фільтр-пресс (рис. 1.2) складається з нерухокої передньої стійки-лобовини, пересувний затискної плити, задньої стійки і двох паралельних балок, що з'єднують передню і задню стійки. Між плитою передньої стійки і затискної плитою на балки поперемінно підвішуються фільтраційні рами і плити. На задній стійці фільтр-преса перебуває гідравлічний затиск для стиснення рам і плит. З одного боку фільтр-преса встановлений соковий жолоб для відводу фільтрованої соку і промисмо. Під кожним фільтр-пресом знаходиться бункер для вивантаження фільтраційного осаду.

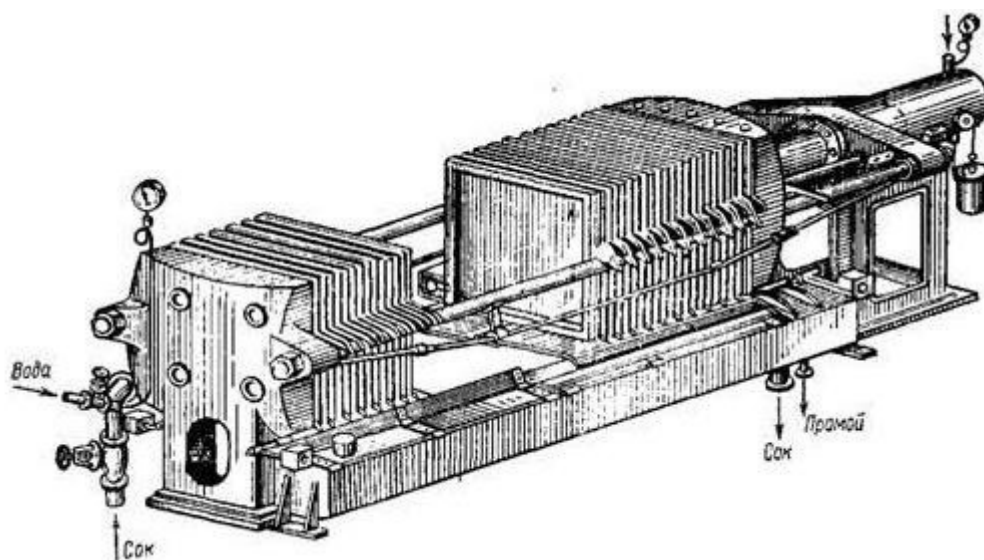


Рис. 1.2. Фільтр-прес з гідравлічним затискачем

Основними елементами фільтр-преса є рами 1 і плити 2, відлиті з чавуну (рис. 1.3). Поверхня плит двостороння рифлена, на ній утворюються канавки для стоку соку, з боку жолоба є носик зі щілиною для випуску фільтраційного соку. На плиту зверху в перегин надаватися бавовняна серветка, яка прикриває по обидва боки рифлену поверхню. Коли фільтр-прес зібраний, наявні внизу у рам і плит квадратні припливи з круглими отворами посередині утворюють канал, в який під тиском надходить фільтрується сік. З цього каналу через щілини сік направляється в рами. У зібраного фільтр-преса рама являє собою камеру, закриту з боків фільтрувальної тканиною, через яку під тиском

фільтрується сік. Фільтрат потрапляє в борозенки рифленою плити, доходить до вихідного отвору, що знаходиться в нижньому кутку кожної плити, і впливає в жолоб. Осад при фільтрації відкладається на фільтрує тканини в рамках фільтр-пресів.

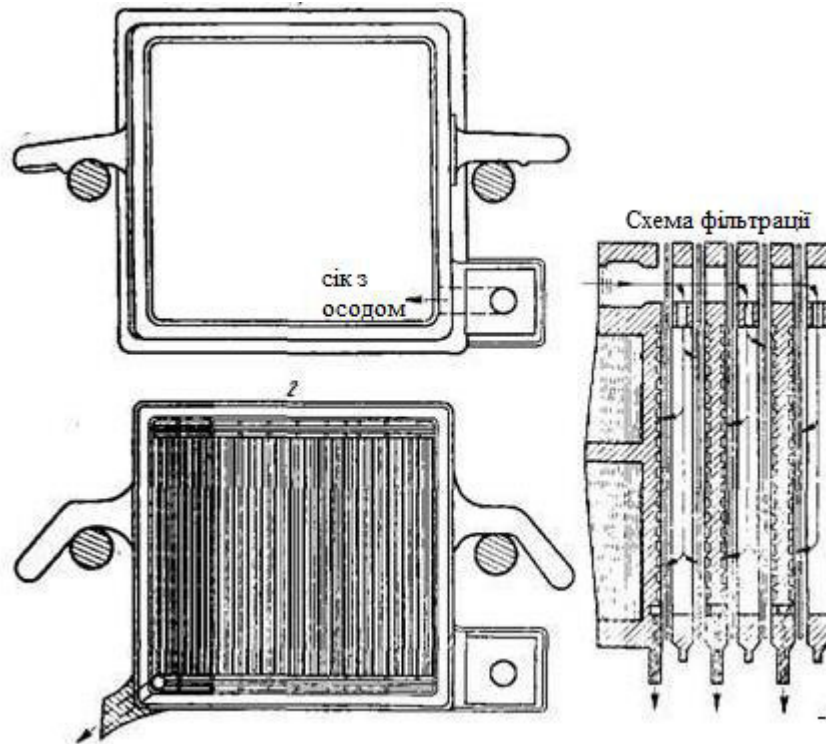


Рис. 1.3. Фільтр-пресні рами і плити

Зазвичай в ньому залишається 7-8% цукру. Коли рами заповняться осадом настільки, що між двома його шарами залишається лише вузький прохід, подачу соку в фільтр-прес припиняють і починають промивку осаду гарячої аміачною водою, витрата якої становить 150-200% (до маси осаду). Що впливає під час промивання з фільтр-преса все більш і більш розбавлений сік називається промиємо. Після промивання приступають до очищення фільтр-преса. Для цього відсувають затискну плиту і попарно пересувають по балках плити і рами, причому майже весь осад сам вивалюється з рам, а залишки його зчищають з полотна лопаткою. Осад при розвантаженні падає в бункер під фільтр-пресом, а звідти надходить в шнек або в похилий Сплавний жолоб з мішалкою, розташований під всією групою фільтр-пресів.

До недоліків фільтр-пресів слід віднести: періодичність роботи, велика витрата фільтр-пресної тканини і великі витрати ручної праці.

Дискові фільтри. Замість фільтр-пресів останнім часом застосовують періодично діючі дискові фільтри, що працюють під надлишковим тиском 0,2-0,3 МПа. При використанні дискових фільтрів поліпшуються умови праці, зменшуються витрати робочої сили, знижується витрата фільтрувальної тканини, і фільтрат виходить прозорим, що не вимагає контрольної фільтрації.

Дисковий фільтр (рис. 1.4) являє собою горизонтальний циліндр /, всередині якого обертається порожнистий вал 2 з насадженими на ньому двадцятьма чотирма дисками 3, який має частоту обертання при фільтрації 0,5 об / хв і при змиві осаду 1,5 об / хв.

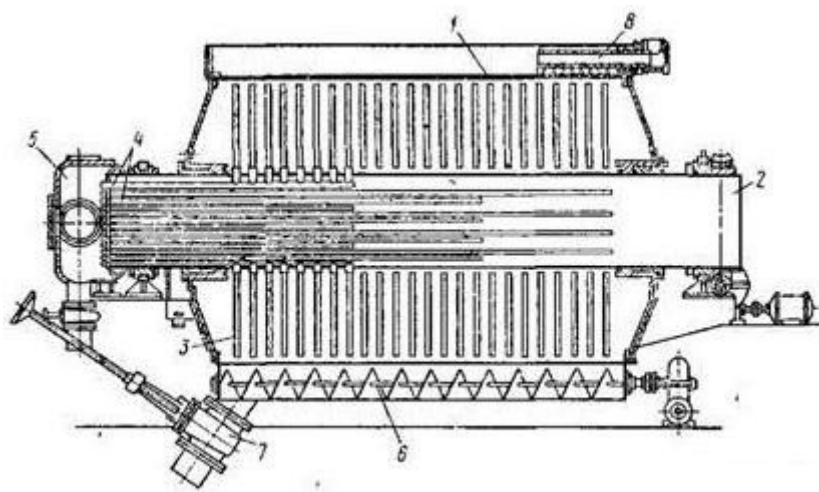


Рис. 1.4. Дисковий фільтр

Кожен диск складається з восьми секторів - пустотілих рамок, всередині яких знаходиться три шари сит з соковідвідною трубкою, з'єднаної з колектором в пустотілому валу. На сектори надіті мішечки з фільтрувальної тканини. Через них внаслідок різниці тисків сік фільтрується і проходить по соковивідних трубах в колекторні горизонтальні труби 4, розташовані всередині порожнього вала і обертаються разом з ним. Відкриті кінці колекторів виходять в приймальню коробку 5. У нижній частині фільтру по всій довжині приварене корито, в якому обертається шнек 6 (частота обертання 47 об / хв), що транспортує осад до вихідного патрубку 7.

Для гідравлічного змиву осаду з дисків служить сопло-апарат 8. Він являє собою розташовану у верхній частині фільтру по всій його довжині трубу, на якій розміщено по два сопла на кожен міждисківий проміжок. Тривалість

активної фільтрації на дискових фільтрах 2,5 ч, знецукрення осаду - 20 хв, змиву осаду - 10 хв. Швидкість фільтрації для соку I сатурації 4 л / (м²-хв), для соку II сатурації - 9 л / (м²-хв), вважаючи на активну тривалість фільтрації.

Вакуум-фільтраційні установки. Згідно з типовою технологічною схемою для фільтрації соку I сатурації на цукрових заводах встановлюються вакуум - фільтраційні установки безперервної дії. Застосування цих установок ліквідує важка фізична праця, скорочує число робочих, робить процес фільтрації безперервним і автоматизованим, зменшує витрату фільтрувальної тканини і втрати цукру з осадом.

Сучасна типова вакуум-фільтраційна установка складається з дискових згущувачів осаду і барабанних вакуум-фільтрів. Однак більшість діючих на підприємствах установок укомплектовано поки відстійниками-декантатор.

Призначення дискових згущувачів і відстійників - попереднє розділення соку I сатурації, що містить 4-5% осаду, на дві фракції: освітлену (75-80% від всього фільтруючого соку), який спрямовується на контрольну фільтрацію, і згущене (20-25%), що містить 18-20% осаду і спрямовується на вакуум фільтри. В результаті поділу соку I сатурації на фракції поліпшуються умови фільтрації і різко скорочуються витрати, пов'язані з роботою дорогих фільтрів.

На цукрових підприємствах в якості згущувачів осаду застосовуються відстійники-декантатор різних систем.

П'ятиярусний відстійник. Цей відстійник (рис. 1.5) являє собою вертикальний циліндричний корпус діаметром 5,5 м, висотою 5,2 м, з корисним об'ємом 140 м³. По висоті корпус розділений чотирма похилими циліндричними перегородками 1 на п'ять ярусів, або секцій. У центрі відстійника розташований відкритий з обох кінців порожнистий обертовий (частота обертання 0,05-0,35 об / хв) вал 2 з вікнами для проходу надходить в секції сатураційного соку. До валу кріпляться лопаті зі скребками 3, згрібали осідає на пере- 'містечках осад до центру відстійника.

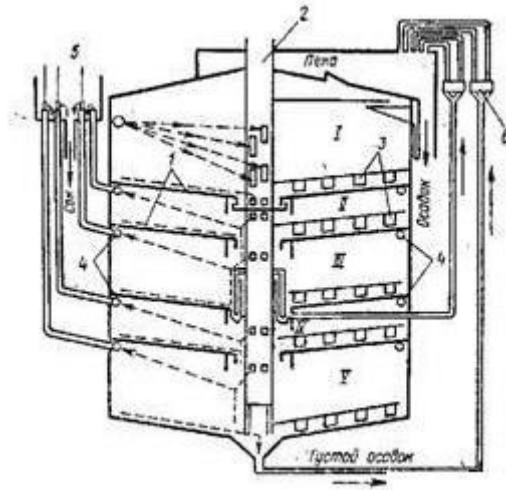


Рис. 1.5. П'ятирусний відстійник

Сік надходить спочатку в верхню підготовчу секцію, тут від нього відділяється піна. Потім він проходить через верхні вікна всередину валу і паралельними потоками розподіляється через вікна по всім іншим секціях відстійника, де і відстоюється протягом 2,5 год при температурі близько 85 ° С. Відстояний прозорий сік з верхньої точки кожної секції відводиться кільцевими барботерами 4 в контрольний переливний ящик 5, звідки надходить на контрольну фільтрацію. Згущений осад виводиться з центральної частини секцій III і V. Осад ж із секцій II і IV згрібається скребками до трубопроводу і через зазор між валом і кільцевої перегородкою потрапляє в секції III і V. згущений осад викачується мембранним насосом 6 і подається в корито вакуум-фільтра.

Дисковий згущувач осаду ДГС-59. Продуктивність згущувача (рис. 1.6) відповідає переробці 800 т буряка на добу. Згущувач складається з циліндричного нерухомого горизонтального корпусу діаметром 2,6 м і довжиною 5,2 м, в якому повільно обертається (частота обертання 0,15 0,6 об / хв) порожнистий вал 1 з дванадцятьма дисками 2. Кожен диск складається з десяти секторів 3, які представляють собою рифлену з двох сторін плиту, обтягнуту синтетичної фільтрувальної тканиною. Через тканину внаслідок різниці тисків сік фільтрується зовні всередину і проходить по соковивідних трубках в колекторні горизонтальні труби 4, розташовані всередині порожнього вала і обертаються разом з ним. Ці десять колекторних труб з'єднують відвідні

трубки всіх секторів, що лежать в одному ряду. Відкриті кінці колекторних трубок входять в дві розподільні головки 5, розташовані на торцевих сторонах фільтра. Розподільна головка складається з двох ретельно підігнаних шайб: обертається і нерухомої.

За допомогою прорізів в нерухомій шайбі вся поверхня фільтрації ділиться на чотири зони, три з яких служать для відведення фільтрату, а четверта- для віддувки шару осаду зворотним струмом фільтрованої соку. Надлишковий робочий тиск в корпусі згущувача становить 0,12 МПа.

Осад, що відділяється від секторів в зоні віддувки, знімається радіально встановленими з обох боків кожного диска ножами. Він сповзає в розташований уздовж однієї сторони згущувача змішувач 6, в якому обертається стрічковий шнек (частота обертання 36 об/хв). За допомогою цього шнека згущена суспензія передається до спускному патрубку і далі на вакуум-фільтри.

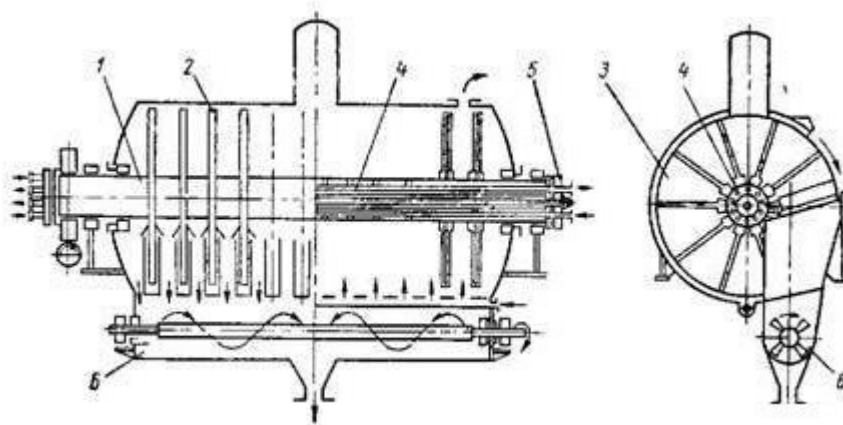


Рис. 1.6. Дісковий згущувач осаду ДГС-59

Величина робочого тиску в корпусі згущувача, протитиск по зонам фільтрації, різниця тисків в зоні отдувки, щільність виходить суспензії і кількість відібраного освітленого соку підтримуються автоматично.

Вакуум-фільтри. На цукрових заводах експлуатуються барабанні вакуум-фільтри Б-40, БШУ-40, БШУ-40-3-2М і ін. Принцип дії всіх цих фільтрів однаковий, відрізняються вони лише в деталях.

На рис. 1.7 дані схематичні розрізи барабанного вакуум-фільтра. Він складається з обертового барабана 1, частково зануреного (приблизно на 1/3) в

коритоподібний приймач фільтрованої суспензії. Поверхня барабана сітчаста, обтягнута фільтрує тканиною. Під зовнішньою сітчастою поверхнею на малій відстані є суцільна циліндрична стінка. Кільцевий простір барабана, утворене сітчастим і суцільним циліндрами, розділене на ряд секцій. Кожна секція трубками з'єднана з рухомою головою - колектором 3. До неї щільно прилягає притиснута пружиною і пришліфованою нерухома розподільна головка 4.

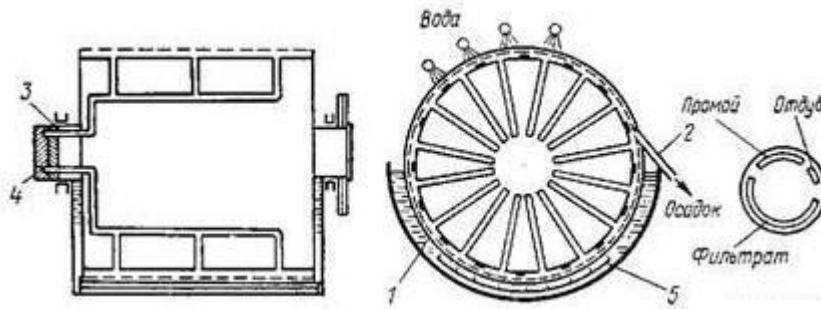


Рис. 1.7. Схема вакуум-фільтра.

У кориті фільтра, куди подається згущена суспензія, обертається барабан з частотою обертання 0,1 - 0,2 об / хв. В секціях барабана, занурених в згущене суспензію, під впливом вакууму відбувається фільтрація соку і відкладення шару осаду на тканини барабана (зона фільтрації). У секціях, що вийшли з корита, триває відсмоктування соку з шару осаду (зона просушування осаду). У верхніх секціях осад промивається водою за допомогою форсунок, промий відсисаються (зона промивання і підсушування). У секціях, розташованих перед ножем 2 для знімання осаду, коржик віддувається стисненим повітрям або парою. У нерухомій розподільній голівці фільтра 4 є вирізи (на рис. 1-19 праворуч). Коли котрась із фільтруючих секцій барабана при русі занурюється в рідину корита, кінець відповідного цієї секції вивідного каналу в рухомий голівці рухається проти нижнього вирізу нерухомою розподільній голівці, через який відсмоктується фільтрований сік. Коли ці ж секції виходять з корита і потрапляють під промиваючі пристрої, їх вивідний канал в рухомий голівці виявляється проти верхнього вирізу в розподільній голівці, з якого відсмоктується промий.

Нарешті, коли секція підійде до ножа, вивідний канал її буде перебувати в розподільній головці проти правого невеликого вирізу зверху, куди подається стиснене повітря або пар, які відштовхують корж осаду від поверхні барабана, полегшуючи його видалення ножем. При подальшому обертанні барабана цикл роботи повторюється. Товщина шару осаду, що знімається з барабана вакуум-фільтра, повинна бути 8-12 мм. Такий шар вдається отримати, якщо в згущеної суспензії міститься 18- 20% осаду. У коритоподібними приймачі нефільтрованого соку встановлюють мішалку 5, щоб осад соку не осідає на дно корита.

Патронні фільтри. Ці періодично діючі фільтри працюють під тиском і застосовуються для контрольної фільтрації соку I сатурації (після відстійників і вакуум фільтрів), для соку II сатурації і сиропу з клеровкою. У них що фільтрує є не тканина, а шар кизельгура.

Патронні фільтри мають порівняно малий гідравлічний опір і високу швидкість фільтрації. Переваги цих фільтрів перед іншими полягають в простоті, міцності і компактності конструкції, відсутності рухомих і труться, невеликих експлуатаційних витратах, простоті обслуговування, високої питомої продуктивності, універсальності застосування, відсутності необхідності застосування фільтрувальної тканини, можливості повної автоматизації роботи фільтра. Перевагою цих фільтрів є-також те, що фільтрат на них виходить абсолютно прозорим. На рис. 1.8 показано пристрій патронного фільтра типу ПФ. У вертикальному циліндричному корпусі фільтра 1 (рис. 1.8, а) з конічним дном і напівсферичною кришкою вставлені в грати 2 відкриті зверху фільтруючі патрони 3 (85 або 42 патрона). Фільтрується сік надходить через патрубок 4 під тиском, фільтрується всередину патронів і фільтрований йде через патрубок 5. Патрон (рис. 1.8, б) являє собою порожнистий циліндр довжиною 1620 мм і діаметром 50 мм, відкритий зверху і зібраний з трьох фільтруючих елементів 6 і опорного патрубку 7. Кожен фільтруючий елемент є металевим ребристим каркасом з нержавіючої сталі, на який спіралью навита дрот з проміжками не більше 0,1 мм.

Перед включенням на фільтрацію соку в контрольний фільтр насосом подається з мішалки кизельгурна суспензія до тих пір, поки не утвориться на поверхні патронів шар кизельгура товщиною 2,5-5,0 мм. Потім фільтрують продукт. Після закінчення фільтрації соку шар кизельгура з осадом скидається з поверхні патронів зворотним струмом соку в кінчну частину корпусу і з неї відводиться в мішалку.

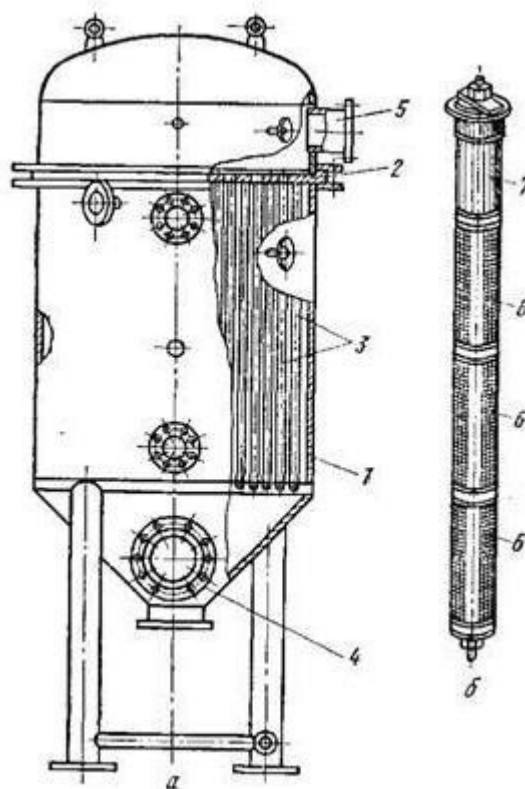


Рис. 1.8. Патронний фільтр: а - загальний вигляд; б - патрон.

Мішечні фільтри. Ці фільтри служать лише для відділення невеликої кількості дрібних частинок, що пройшли в фільтрат на основній фільтрації. Вони є контрольними і застосовуються після грубої фільтрації. Мішечні фільтри іноді використовуються після вакуум-фільтрів і відстійників, на яких виходить мутнувятий сік. Через них же фільтрують сироп перед уварюванням.

Елементом, що фільтрує в фільтрі системи Прокша (рис. 1.9) служить рамка (рис. 1.9, б) розміром 70x70 мм; вона виготовляється з дренажною грубої сітки 1 або рифленого хвилястого заліза. Рамка у верхній частині прикріплена до горизонтальної трубки 2, що має знизу щілину. Один кінець трубки

заглушений, а інший - відкритий. Ряд одягнених в мішки з фільтрує тканини рамок встановлюють в ящик фільтра 3 (рис. 1.9, а), причому відкриті кінці трубок всіх рамок впираються в гумові кільця вивідних отворів, що знаходяться в боковій стінці ящика. Зверху ящик герметично закривають кришкою 4.

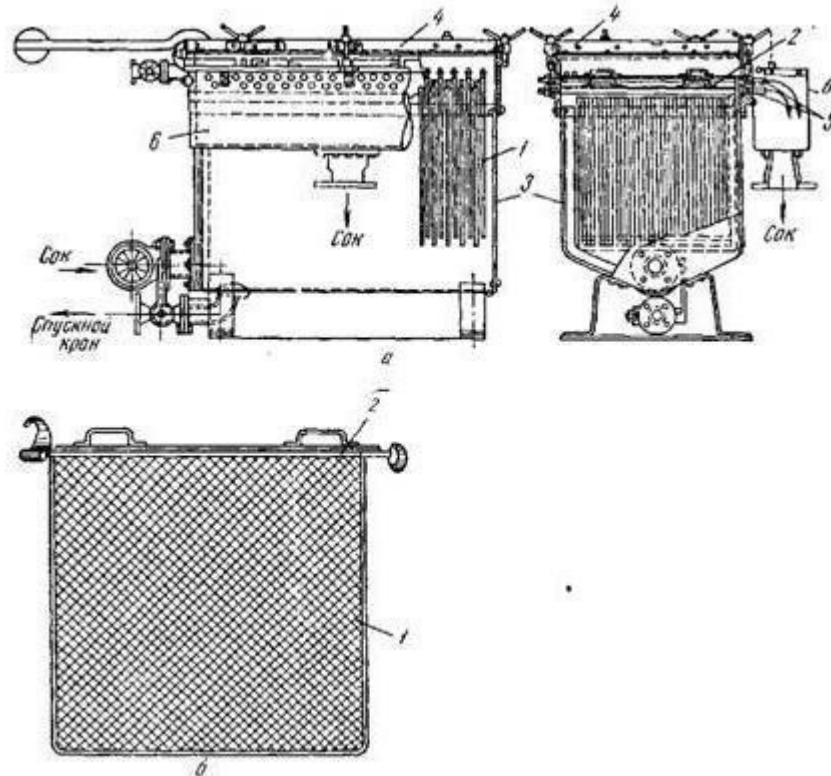


Рис. 1.9. Мішковий фільтр системи Прокша: а - схема фільтра; б - рамка.

Мутний сік надходить в нижню частину фільтра, заповнює його, фільтрується під тиском стовпа рідини через мішки всередину дренажних рамок, проходить через щілину в трубки 2, випливає через їх відкриті кінці 5 і потрапляє в жолоб 6, прибудований збоку ящика. У кожному фільтрі є 41 рамка із загальною фільтруючою поверхнею до 41 м². Осад з поверхні мішків фільтрів періодично змивається, для чого необхідна трудомістка робота по зміні рамок.

Для фільтрування соку II сатурації використовують установки, що складаються з листових (ФилС) або патронних (РЗ-ПФП) фільтрів, або застосовують дискові фільтри. Одна з поширених схем фільтрування соку II сатурації в фільтрах ФилС показана на рис. 1.10.

За цією схемою нефільтрований сік з напірного збірника 5 подається в корпус фільтра 2 під гідростатичним тиском 6 ... 7 м, фільтрується через тканину всередину фільтруючих рамок 4 і виводиться в зливну коробку 3. Звідти фільтрат надходить в збірник фільтрованого соку 9. В процесі активного фільтрування соку поворотні заслінки 1 і 8 відкриті, а заслінки 7 і 11 закриті. Велика частина фільтрованої соку зі збірки 9 направляється далі за технологічною схемою, а частина його повертається до збірки промивного фільтрату 6 і використовується для змиву осаду з поверхні фільтруючих рамок 4.

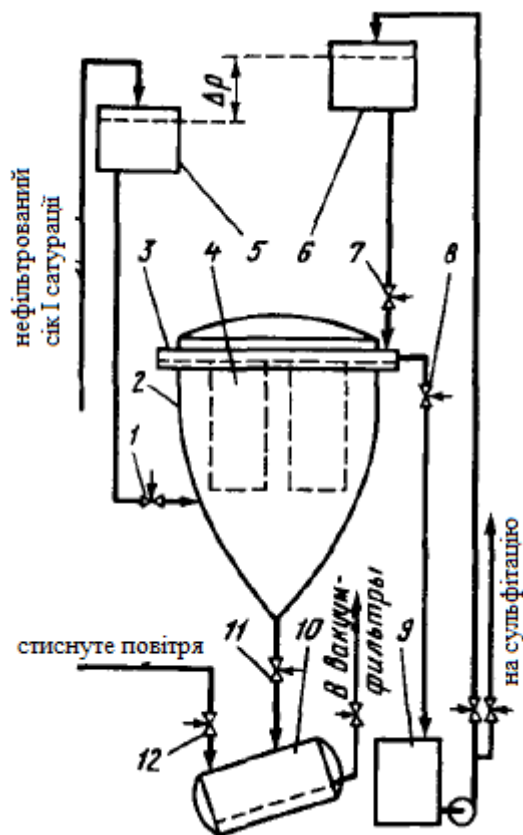


Рис. 1.10. Схема фільтрування соку в листовому фільтрі

Після завершення циклу активного фільтрування заслінка 8 автоматично закривається, а заслінки 7 і 11 відкриваються. Під впливом перепаду рівнів соку в збірниках 5 і 6, рівного ΔP , виникає зворотний потік фільтрованого соку зі збірки 6 всередину який відокремлює шар фільтраційного осаду з поверхні фільтрувальних рамок 4. Через заслінку 1 згущена суспензія осаду надходить в камерний насос 10, забезпечений нижнім і верхнім контактами для регулювання обсягу виведеної суспензії.

За сигналом верхнього контакту заслінка 11 закривається, а заслінка 7 залишається відкритою ще 20 ... 25 с для регенерації фільтрувальної тканини на рамках. Після цього заслінка 7 закривається, а заслінка 8 відкривається і починається новий цикл фільтрування соку. Як тільки заслінка 11 закриється, відкривається клапан 12 і згущена суспензія витісняється стисненим повітрям до збірки. Після звільнення камерного насоса від суспензії за сигналом нижнього контакту клапан стиснутого повітря закривається.

Загальний цикл фільтрування становить 6 ... 6,5 хв. Середня швидкість фільтрування 12 ... 15 л / (м² • хв). зміст твердої фази в фільтраті 0,3 ... 0,5 г / л. Щільність згущення суспензії (1,17 ... 1,24 г / см³) легко регулюється зміною тривалості процесу фільтрування.

Фільтри ФилС забезпечують якісне фільтрування як соку I сатурації, замінюючи гравітаційні відстійники, так і соку II сатурації [1,2].

1.2. Аналіз існуючих систем керування процесом фільтрації дифузійного соку

Автоматизація цукрового виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки в разі комплексного підходу до вирішення цього завдання. При такому підході слід підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Основний і допоміжні технологічні процеси отримання цукру включають ділянки заготовки, зберігання і підготовки сировини до переробки, дифузійне відділення, ділянка очищення дифузійного соку, ділянку отримання готового продукту, ділянки допоміжного виробництва, дільниці зберігання і переробки цукру-сирцю.

Технологічний процес цукрового виробництва є в основному безперервно-поточковим та здійснюється головним чином в безперервно діючому обладнанні, а тому задовольняє основним вимогам з точки зору його автоматизації. Разом з тим впровадження автоматизації передусє велика і трудомістка робота, що

пов'язана з капітальними витратами. З урахуванням останніх перш за все і визначається економічна доцільність автоматизації. Так, автоматизація періодично діючого устаткування, незважаючи на трудомісткість обслуговування (дискові фільтри), за допомогою програмних регуляторів дорога і економічно нерентабельна. Деяке технологічне обладнання цукрового заводу практично неможливо автоматизувати, хоча воно просте по конструкції і недороге. Подібне обладнання підлягає заміні більш досконалим, хоча і дорогим, так як автоматизація його дозволяє поліпшити якість і ефективність технологічного процесу. Наприклад, використання рідкого SO_2 , хоча і пов'язано з відносно великими капітальними витратами, вирішує ряд важливих питань цукрового заводу [3,4].

Велике значення при підготовці об'єкта або технологічного ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, за якими здійснюється об'єктивне управління процесом. Наприклад, наявність надійних автоматичних рН-метрів дозволяє здійснювати контроль і управління процесами очищення соку та сиропу від дифузійного відділення до вакуум-апаратів за величиною рН₂₀.

При виборі засобів контролю технологічних параметрів цукрового виробництва враховують можливість їх роботи в різних середовищах і при різних режимах.

Специфічність середовищ цукрового виробництва значно звужує коло використовуваних загальнопромислових приладів, тому необхідно створення спеціальних технічних засобів автоматизації [5,6].

Ритмічна робота підприємства в значній мірі забезпечується системами управління і обумовлює високі показники його роботи. У зв'язку з цим стабілізація основного потоку продуктів заводу зв'язується з установкою буферних збірників, резервуванням обладнання та наявністю енергетичного запасу по регулюючим технологічними параметрами. При автоматизації технологічних процесів, як правило, приймається в розрахунок неритмічність роботи в межах до 30% продуктивності заводу. Така нерівномірність викликає

необхідність мати запас по продуктивності насосів і компресорів вапняно-газових печей, вакуум-конденсаторної установки і основного технологічного обладнання заводу. Поряд з підготовкою обладнання та технологічного процесу до автоматизації серйозну увагу звертають на оснащення метрологічної служби необхідними вимірювальними засобами та обладнанням для ремонту, підготовку фахівців до освоєння впроваджуваних засобів автоматизації і систем управління, а також на організацію чіткої роботи служби [7-15].

Сьогодні на більшості цукрових заводів працюють складні ієрархічні системи автоматизації з 3-4 рівнями управління: нижній, середній, верхній та додатковий корпоративний. Ця складна концепція автоматизації технічно та технологічно зумовлена особливостями управління виробництвом цукру, контролерами, що підключаються до сервера через Ethernet [16].

В [17,18] описують ієрархічну трирівневу АСУ процесом сокоочистки, яка включає нижні (датчики та виконавчі механізми), середні (контролер, розподільний пристрій, перетворювачі для постійних та змінних двигунів) та вищі (операторські робоча станція) рівні. Для підвищення надійності системи було забезпечено управління процесом за допомогою системи SCADA.

Для автоматичного управління всією системою використовується промисловий контролер с процесором SPEED7 фірми VIPA, що володіє високою продуктивністю і підтримкою відкритих інтерфейсів: Ethernet (одночасно два порти -активний і пасивний) і Profibus-DP Master / slave.

Підвищення загального ефекту очищення, який до теперішнього часу не перевищує 40%, здійснюється за рахунок використання сучасного промислового контролера TSX Premium фірми Schneider Electric і приладів високої точності і експлуатаційними характеристиками [19-24].

Фірмою «Магмас-автоматик» було розроблено ряд проектів системи автоматизації процесів фільтрації дифузійного соку у період з 2004 р. по 2018 р. [25-27].

Система автоматизації фільтрів I і II сатурації (рис. 1.11-1.13) впроваджена в 2004 році разом із МНВА "Фільтрувальна асоціація України" на Гнідавському заводі.

Обладнання, охоплене системою автоматизації: 20 фільтрів П9-УФЛ організовані в 3 батареї, кожна з яких практично автономна - має власні збірники, насоси та підключена до свого щита управління.

Основні складові системи:

- операторське приміщення із щитами управління (промислові монітори "Magelis") і комп'ютером оператора
- щити управління "Станція 1А", "Станція 1Б", "Станція 2"
- датчики: тиску, розрідження та рівня Сафір и Arlisens, термометри ТЕРА

Кожна батарея керується своїм власним контролером TSX Micro 3721, має одну мнемосхему SCADA і одну мнемосхему на дисплеях Magelis.

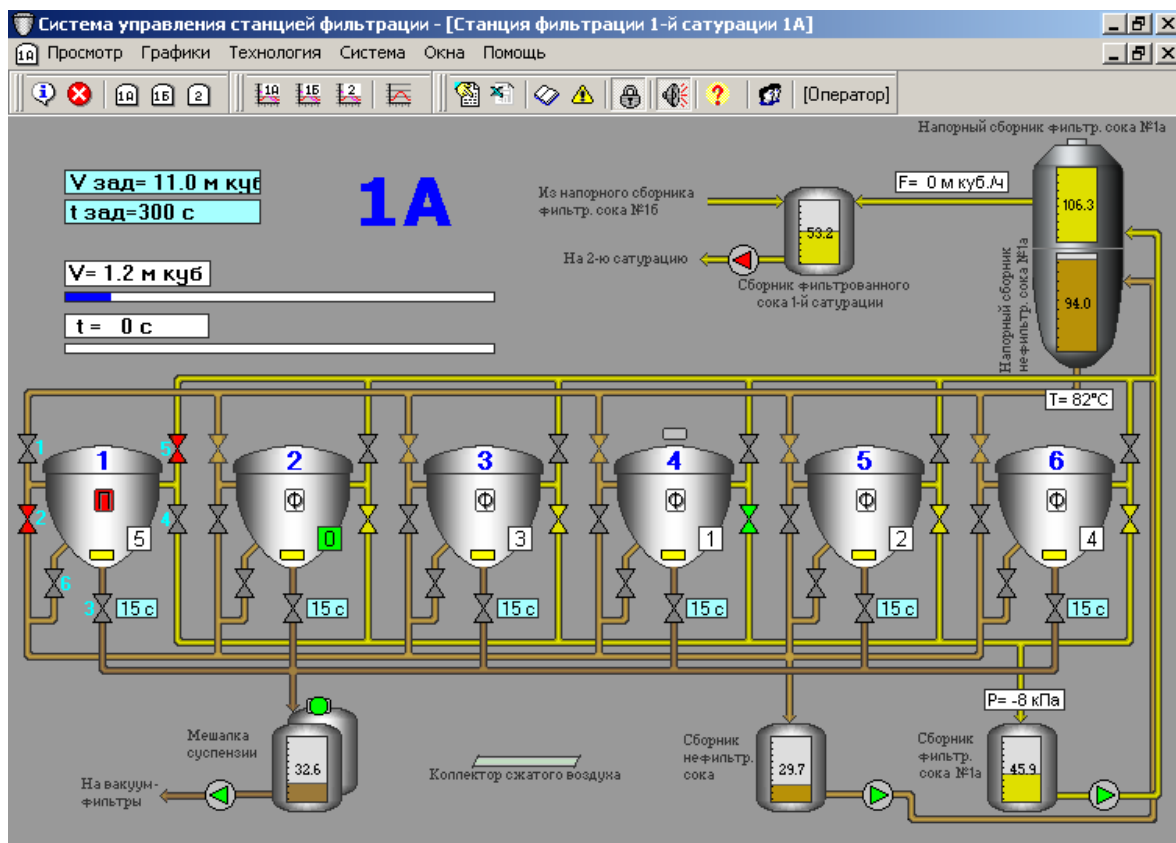


Рис. 1.11. Дисплейна мнемосхема станції фільтрації 1-сатурації 1А

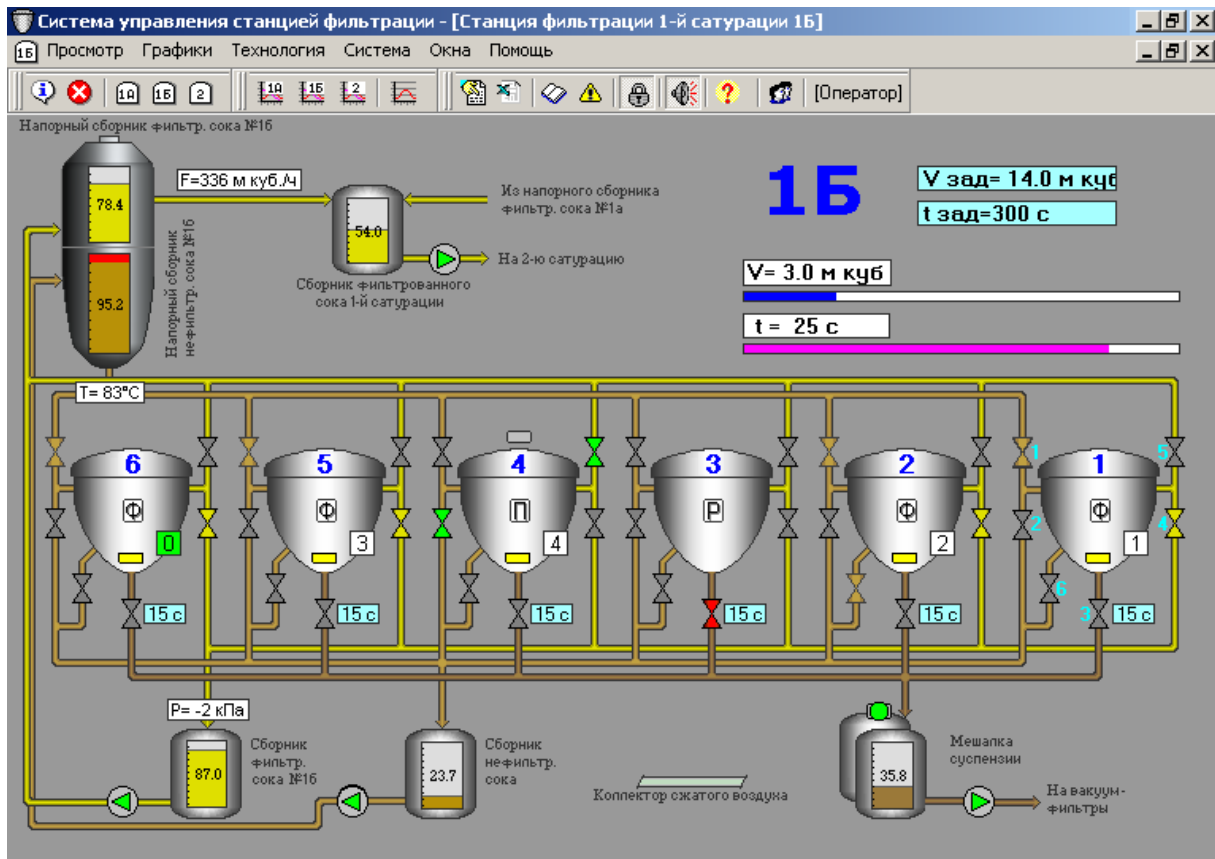


Рис. 1.12. Дисплейна мнемосхема станції фільтрації 1-сатурації 15

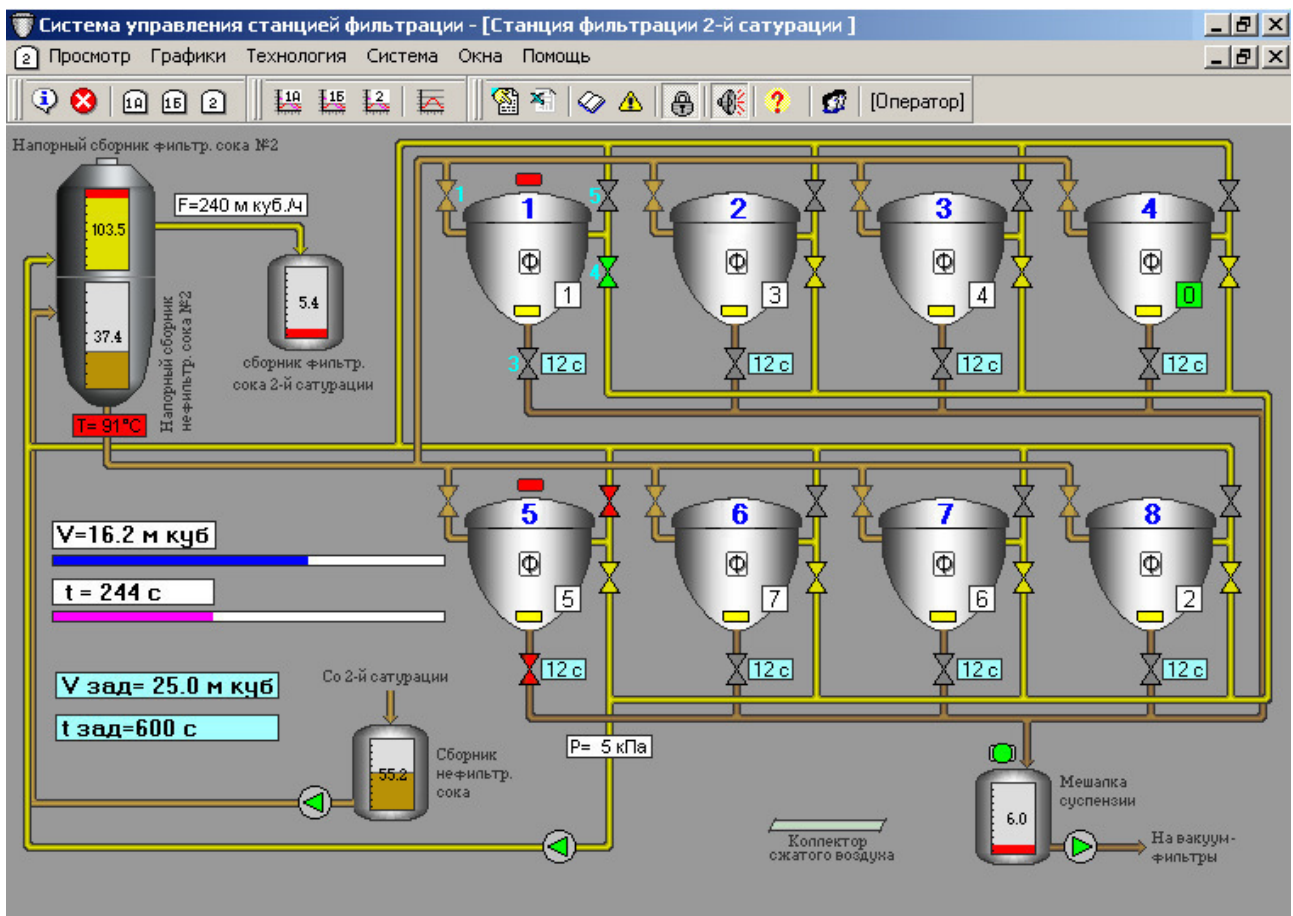


Рис. 1.13. Дисплейна мнемосхема станції фільтрації 2-сатурації

Основні функції системи:

- автоматичне управління чергою регенерації фільтрів в батареї
- виконання циклу регенерації фільтра (повної чи неповної - в залежності від технологічних налаштувань)
- контроль витрати фільтрованого соку
- контроль розрідження в колекторі фільтрованого соку
- контроль рівнів в збірниках соків та мішалці суспензії, контроль температури соків

Особливості системи:

- в системі реалізовано 2 рівня управління:

Ручне за допомогою модуля управління на щиті оператор може керувати будь-яким фільтром напряму, а також включати/виключати автоматичний режим.

Модулі управління виконані так, що затвори можна відкривати лише в дозволених технологічних комбінаціях, наприклад: "Вхід нефільтрованого соку"+ "Вихід фільтрованого".

Ручне управління використовується при обслуговуванні фільтрів

Автоматичне контролер керує батареєю фільтрів як одним цілим по параметрах, заданих оператором. Для цього підготовлений до роботи фільтр достатньо перевести в режим "АВТО"

Звичайний для наших систем рівень управління дистанційний (управління затворами мишкою) відсутній в цій системі, оскільки оператор не в змозі, керуючи окремими затворами, забезпечити роботу батареї фільтрів

- для оперативного контролю та вимірювання параметрів батареї передбачено 2 дисплея Magelis, кожний з яких має доступ до будь-якої з 3 батарей фільтрів
- черга регенерації формується наступним чином:

- останнім у чергу стає фільтр, тільки що переключений в автоматичний режим чи той, який тільки що закінчив регенерацію
- фільтр, переключений в ручний режим, з черги виключається

На Дубенському заводі у 2012 році була впроваджена система автоматизації фільтрів МВЖ. Станція фільтрації 2 сатурації (6 фільтрів) й станція контрольної фільтрації (6 фільтрів) мають дуже подібні мнемосхеми, що наведена на рис. 1.14.

Основні складові системи:

- операторське приміщення зі щитами управління й комп'ютерами операторів;
- 2 щита управління (по одному на кожну батарею);
- датчики: тиску, розрідження и рівню и Aplisens, термометри ТЭРА витратоміри Siemens Mag3100.

Кожна батарея управляється своїм контролером Modicon M340 і має одну мнемосхему SCADA.

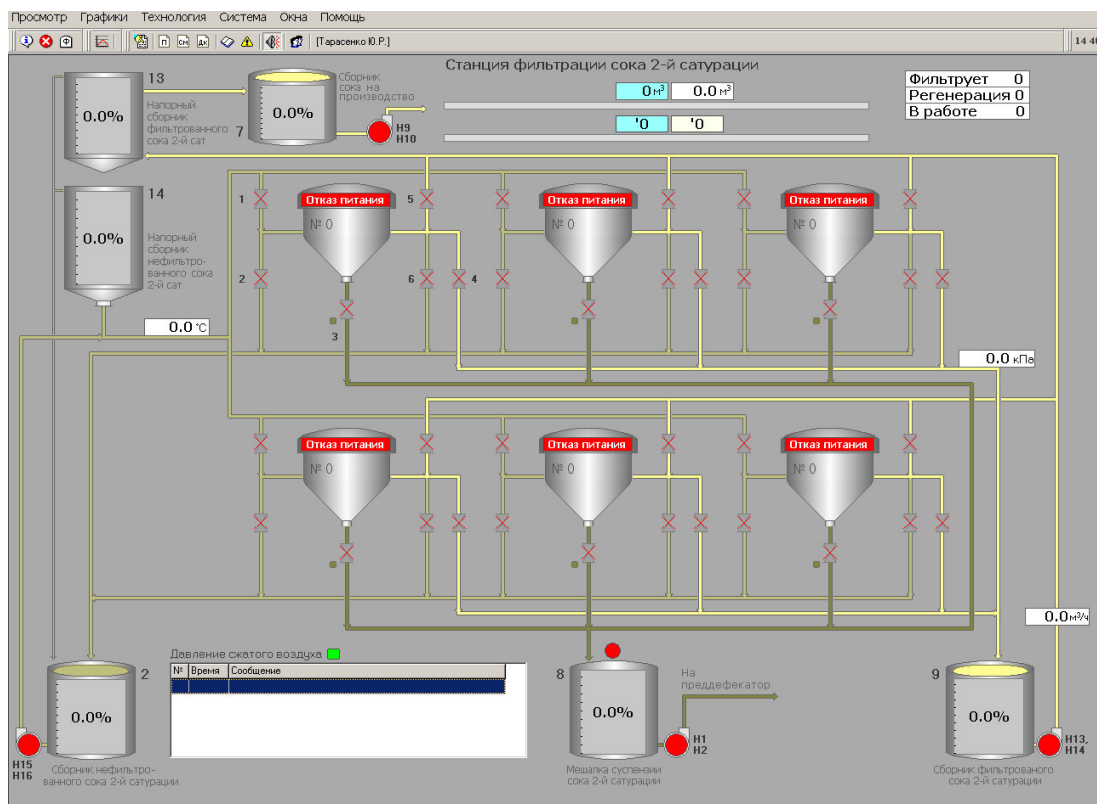


Рис. 1.14. Дисплейна мнемосхема станції фільтрації соку 2 сатурації

У 2016 році на Каїндинському заводі була розроблена та впроваджена в сезон переробки буряків система автоматизації станції фільтрації соку 1 сатурації (рис. 1.15).

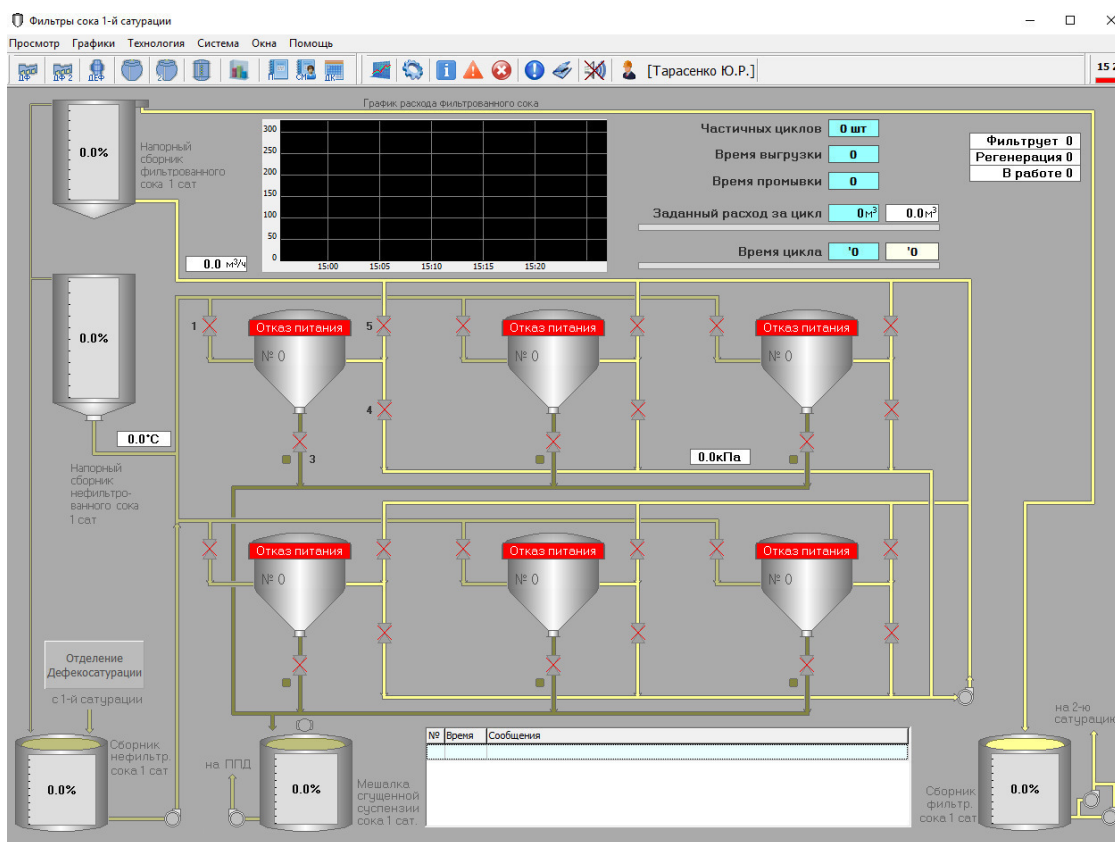


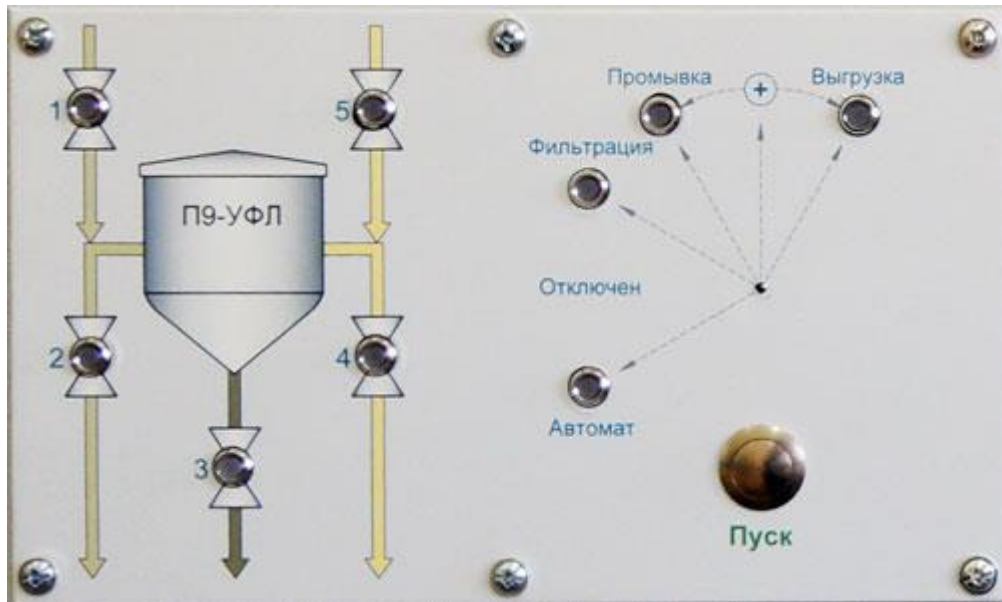
Рис. 1.15. Дисплейна мнемосхема станції фільтрації соку 1 сатурації
Обладнання, охоплене системою автоматизації:

8 фільтрів П9-УФЛ, збірники нефільтрованого, фільтрованого соків, насоси та ін.

Основні складові системи:

- щит управління з контролером Modicon M340 з портом Ethernet, об'єднаний мережею Modbus TCP з іншими станціями заводу установлений в цеху. Програми виконані в Unity 6.0.

- щит управління з розміщеними мнемосхемами фільтрів, та пакетними перемикачами для вимикання з черги та вмикання стадій циклу фільтрування кожного фільтра окремо:



- комп'ютер оператора розміщений поруч зі щитом безпосередньо в цеху

1.3. Аналіз інформаційного забезпечення, що обумовлює можливість застосування алгоритмів інтелектуального керування

Основною метою та перевагами ефективного використання інтелектуальної системи управління (ІСУ) є забезпечення дотримання цілей контролю. Вважається, що процес управління технологічно складними об'єктами (технологічними процесами, підрозділами, комплексами) відбувається в умовах невизначеності шляхом створення ієрархічної структури прийняття рішень та управлінської діяльності. Тому якість управління оцінюється на найвищому рівні, а найнижчий рівень - «об'єкт - координатор» - забезпечує фактичну вартість необхідних матеріалів та енергетичних ресурсів.

Загалом, непередбачені обставини можуть виникнути під час експлуатації об'єкта технологічно. У цьому випадку ефективність ІСУ залежить від рівня її інтелектуалізації, особливо від його здатності самоорганізуватися (адаптованість), здатності використовувати сучасні методи - бути надійними та раціональними з урахуванням прогнозів, прикладів тощо. У свою чергу, рівень інтелектуалізації визначається глибиною використовуваних даних, правилами, знаннями, інструментами технології обробки інформації та інтелектуальними розрахунками.

Розробка ІСУ для традиційних завдань автоматичного управління технологічними об'єктами включає підвищену надійність, можливість підтримувати необхідний рівень точності та надійності в нормальних та нестандартних ситуаціях експлуатації об'єктів за допомогою стандартних контролерів. Тому передбачається, що ІСУ створюється (розробляється) на основі існуючої системи автоматичного регулювання, тобто дотримується принцип "неруйнування рівня потужності", що підвищує продуктивність. Та техніко-економічні показники потужності об'єкта. Ефективним методом поглиблення інтелектуалізації ІСУ є комбіноване використання ПД- та нечітких контролерів.

Особливу роль в ієрархічних системах ІСУ вирішує проблема координації підсистем, що забезпечують узгодженість цілей підсистем і системи в цілому. При розробці ІСУ слід створити надійну базу знань, якщо це можливо, наприклад, для управління переважно нелінійними динамічними системами.

Розробка (проектування) ІСУ передбачає визначення стандартних типів забезпечення: програмного, інформаційного, технічного та організаційного, але національні стандарти, які часто відсутні, не визначені повністю. Тому створення ефективної системи управління базується на використанні певного набору інтелектуальних функцій, що стосуються науково-технічної проблеми з урахуванням вимог до експлуатації об'єкта.

Беручи до уваги можливість розробки ІСУ із самоорганізуючими властивостями, можна визначити його структурний склад:

- вимірювальна частина, включаючи інтелектуальний моніторинг умов праці об'єкта для отримання необхідної інформації у відповідній формі (обробка часових рядів, оцінка ситуації тощо);
- комп'ютерний пристрій для визначення керуючих дій на основі інформації про вимірювання з урахуванням основних алгоритмів;
- виконавча частина для здійснення контрольних дій (перетворювачі, виконавчі механізми тощо);

- система ідентифікації об'єктної моделі та зовнішнього середовища;
- інтелектуальна підсистема для синтезу законів управління та параметрів регулятора з урахуванням моделей будівлі та зовнішнього середовища;
- блок формування мети управління з урахуванням самодіагностики та виробничих ситуацій.

Варіанти структури ІСУ можуть суттєво відрізнятися залежно від типу об'єкта, умов його експлуатації, глибини інтелектуалізації та інших показників.

Міжнародний стандарт SysML (моделювання систем) - це об'єктно-орієнтована мова моделювання систем. Підтримує визначення, аналіз, проектування, перевірку та перевірку широкого спектра систем. Спочатку SysML був розроблений як частина проекту специфікації з відкритим кодом і має відкриту ліцензію на розповсюдження та використання. Як мова SysML є розширенням мовної частини UML.

У порівнянні з UML, орієнтованим на моделювання програмного забезпечення, SysML пропонує системному інженеру додаткові можливості:

- більша гнучкість та виразність. SysML усуває програмні обмеження UML, вводячи два додаткові типи діаграм: діаграми вимог та діаграми параметрів. Перший - це, очевидно, збір вимог, а другий - кількісна оцінка та аналіз результатів діяльності. Як результат, можна моделювати найрізноманітніші системи, які можуть включати обладнання, програмне забезпечення, інформацію, процеси, персонал та виробництво.

- SysML - це більш компактна мова, яку легше вивчати та впроваджувати, оскільки вона не має багатьох функцій програмного забезпечення UML;

- таблиці розподілу SysML підтримують поширені типи розподілу. Хоча UML надає лише обмежену підтримку;

- конструкції управління мовою моделей підтримують моделі, уявлення (англ. Views) та точки зору (англ. Viewpoints). Ці конструкції розширюють можливості UML і архітектурно відповідають IEEE-Std-1471-2000 (IEEE рекомендує практику архітектурного опису програм, завантажених програмним забезпеченням);

SysML визначає такі діаграми:

Структурні діаграми:

- Діаграма визначення блоків (Block Definition Diagram – BDD), що замінює діаграму класів UML2;
- Внутрішня блокова діаграма або діаграма внутрішньої структури (Internal Block Diagram – IBD), що замінює діаграму композитних структур UML2;
- Параметрична діаграма (Parametric Diagram), розширення SysML для аналізу критичних параметрів системи;
- Діаграма пакетів (Package Diagram) залишається незмінною;
- Динамічні діаграми:
 - Діаграма активності (Activity diagram) була злегка змінена в SysML;
 - Діаграми послідовності, діаграми стану та випадків використання (sequence, state chart, and use case diagrams) залишаються незмінними;
- Діаграми вимог (Requirements diagrams) – це розширення SysML.

1.4. Концептуальна схема системи інтелектуальної обробки даних

У сучасному світі інформаційних технологій постійно зростає інтерес до методів інтелектуальної обробки даних. Такі тенденції пов'язуються із зростанням обсягом інформації внаслідок зберігання і інтеграції сховищ даних, а також із зростанням попиту на інформаційні послуги. Ці фактори проявляються як на рівні корпоративних інформаційних систем у галузі медицини, економіка, прогнозування тощо.

Ефективність сучасного промислового підприємства в інформаційному суспільстві залежить від швидкості та якості задоволення потреб у службовій інформації кожного працівника. Сховища інформації корпоративних інформаційних систем можуть досягати величезних розмірів всередині компанії. Її інтеграція утруднена через неоднозначність використовуваної термінології, специфічної структури компонентів зберігання інформації, різні рівні компетенції працівників підприємства [28].

Інтелектуальний аналіз даних (ІАД) - це процес виявлення закономірностей та тенденцій, які допомагають обробляти інформацію та приймати рішення. Принципи інтелектуального аналізу даних відомі вже багато років, але вони набувають все більшого поширення у міру появи більше інформації. Оскільки інформація стає все більш різноманітною за своїм характером та змістом, великі обсяги інформації різко збільшили поширеність більш широких методів ІАД. Робота з великими наборами даних вже не є відносно простою та зрозумілою статистикою. Бізнес-вимоги призвели до більш складного ІАД, ніж простий пошук даних та статистичний аналіз. Для вирішення бізнес-проблеми необхідно проаналізувати інформацію, що дозволяє створити модель, що описує інформацію, що в підсумку призводить до створення кінцевого звіту. Цей процес показано на рис. 1.15.

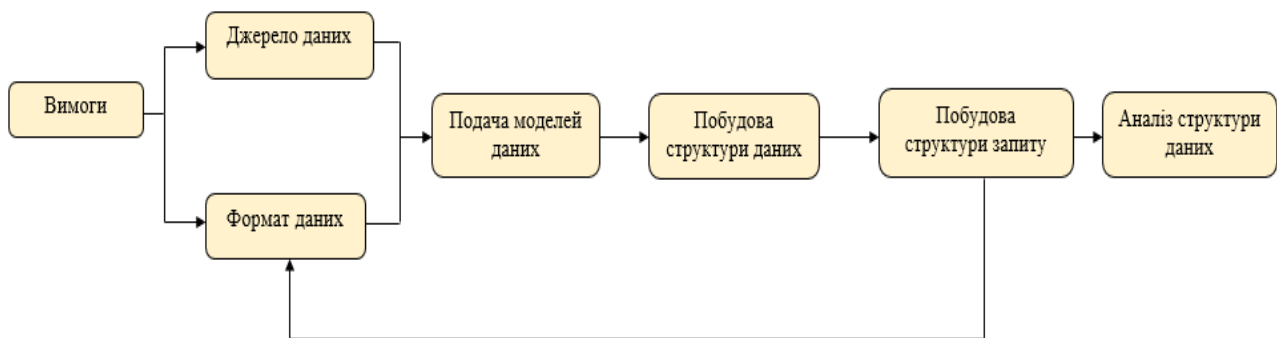


Рис. 1.15. Процес інтелектуального аналізу даних

Процес ІАД, дослідження, вилучення та моделювання даних часто повторюється, оскільки потрібно знайти та визначити різноманітну інформацію, яку можна витягти. Необхідне розуміння, як зв'язувати, конвертувати та комбінувати їх з іншими даними, щоб отримати результат. Після виявлення нових елементів та аспектів даних підхід до ідентифікації джерел та форматів даних, а потім порівняння цієї інформації з даним результатом може змінитися [29].

Інтелектуальний аналіз даних - це не лише інструменти та програмне забезпечення баз даних. ІАД можна здійснити за допомогою відносно слабких систем баз даних та простих інструментів, включаючи створення власних або використання готових програмних пакетів. Складний аналіз даних базується на

досвіді та алгоритмах, визначених існуючим програмним забезпеченням та пакетами, з різноманітними методами в поєднанні з різноманітними спеціалізованими інструментами. Наприклад, IBM SPSS дозволяє створювати ефективні моделі прогнозування на основі минулих тенденцій та надавати точні прогнози. IBM InfoSphere Warehouse забезпечує пошук джерел даних, попередню обробку та вилучення в одному пакеті, що дозволяє витягувати інформацію з вихідної бази даних безпосередньо в остаточний звіт. Кластерна великомасштабна обробка даних дозволяє всебічно узагальнити результати групового аналізу даних та порівняння даних. Сьогодні доступний цілий новий спектр інструментів та систем, включаючи комбіновані системи зберігання та обробки даних. Кластеризовані бази даних, такі як Hadoop, Cassandra, CouchDB та Couchbase Server, зберігають дані та отримують доступ до них способами, які не відповідають традиційній структурі таблиці. Зокрема, більш гнучкий формат зберігання бази даних документів дає новий напрямок та ускладнює обробку інформації. Бази даних SQL суворо регламентують структуру і суворо дотримуються схеми, що спрощує запити та аналіз даних із відомим форматом і структурою. Базами даних документів, що відповідають стандартній структурі JSON, або файлами з машиночитаною структурою також легко керувати, хоча вони можуть бути ускладнені різноманітною та змінною структурою [30].

В останні десятиліття автоматизовані інформаційні системи інтенсивно розробляються, зокрема в таких сферах, як мережеві технології Інтернету, методи зберігання та презентації знань, мови та засоби програмування, методи штучного інтелекту, алгоритми розподілених та хмарних обчислень тощо.

Науково-технічний прогрес у галузі штучного інтелекту вплинув на формування нових та трансформацію старих класів інформаційних систем - інтелектуальних інформаційних систем, систем інтелектуального аналізу даних, експертних систем, комп'ютерних систем. Підтримка прийняття рішень тощо. На жаль, в більшості випадків усі сучасні засоби є самостійними, частково вирішують значні проблеми або підпорядковуються класу систем. Однак рівень їх автоматизації дозволяє зробити висновок про можливість розробки

"суперсистеми", яка у своєму складі інтегрує всі найдосконаліші засоби (підходи, методи, моделі, алгоритми, технології) у вигляді інтелектуального зберігання даних. знання та автоматизація інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень.

Підвищення ефективності використання електронно накопиченої інформації (бази даних, сховища, бази знань тощо) Інтеграція та уніфікація форматів сховищ та процедур обробки призвела до розвитку веб-технологій, заснованих на методах видобутку даних. Тому ідея створення інтегрованої веб-системи для інтелектуального зберігання знань та автоматизації процесу інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень стає актуальною [31].

Специфіка інтелектуальної системи обробки даних залишає значний слід у методології та технології її розробки. Технологія створення інтелектуальної системи обробки даних має свої основні характеристики і відрізняється від процесу проектування та розробки інших комп'ютерних систем та програмного забезпечення. Ці відмінності значною мірою визначаються тим фактом, що інтелектуальні системи обробки даних - це інтелектуальні інформаційні системи, засновані на ідеях, принципах і методах штучного інтелекту. Для їх реалізації такі системи вимагають спеціалізованих підходів, методів і технологій, які сильно відрізняються від звичайних методів розробки програмного забезпечення. Однак зростаючий інтерес до штучного інтелекту сприяє ширшому розгортанню та застосуванню інтелектуальних систем у різних додатках. Розвиток систем штучного інтелекту (системи, орієнтовані на експертів, видобуток даних, переклад, системи машинного зору тощо) поступово виходить на промисловий рівень і набуває характеристик галузі. Як результат, ці системи мають ті самі вимоги, що і традиційні програмні продукти [32].

Особливістю обробки інтелектуальної інформації є те, що розробка та впровадження інтелектуальних інформаційних систем - це тривалий і складний процес, який ще не повністю розроблений і часто вимагає нових ідей та рішень,

а також вимагає використання нових підходів, методів, технологій та інструментів . Тому ефективність та якість системи, що формується, значною мірою визначається талантом та досвідом її розробників. Крім того, проблема впровадження також пов'язана з вибором правильних інструментів розробки, що є особливо складним завданням. Сучасні аналітичні інформаційні системи опановують характеристики та функціональність програмних систем, заснованих на алгоритмах видобутку даних, експертних системах, системах штучного інтелекту та машинному навчанні.

Представимо такі ключові характеристики системи обробки інформації, яку експерти визначають як інструмент прийняття рішень:

- здатність вирішувати різні проблеми в деяких сферах неформальних проблем;
- здатність вчитися на даних і подавати їх у формі формалізованих моделей знань;
- моделювання механізмів інтелектуальної діяльності людини; - застосування знань з теми;
- використання евристичних методів вирішення проблем;
- здатність інтерпретувати рішення; - висока продуктивність та ін.

Платформа ІАД включає такі функції:

- забезпечує робочу область (автентифікація та авторизація, інструменти завантаження та редагування файлів);
- розробка готових аналітичних підсистем та алгоритмічних бібліотек, включаючи: класифікацію, агрегування, дерева і дерева рішень, нейронні мережі, генетичні алгоритми, статистичні алгоритми тощо;
- інструменти для створення автоматизованих спільних рішень на основі алгоритмів;
- інструменти для аналізу ефективності навчання на основі даних;
- імпорт/експорт вхідних даних та результати навчання;
- опис результатів випробувань.

Стратегічний план включає можливість розширення функцій користувача та налаштування окремих розділів бібліотеки алгоритмів.

- редактор для складання нових алгоритмів на основі металевої мови;
- можливість представити алгоритм широкому загалу;
- здатність створювати альтернативи за допомогою аналітичних алгоритмів;

- інтеграція з бізнес-операціями замовника/клієнта (після завершення аналізу або навчання сервер автоматично надсилає персоналізовані дані на сервер користувача, забезпечуючи, таким чином, автоматичний введення даних в систему користувача);

- робота сервера (автоматичний введення даних в інтелектуальні системи обробки даних).

Інтелектуальна система обробки даних - це складне програмне та апаратне забезпечення, яке можна налаштувати, використовуючи різні класи розпізнавання, мови та формати даних та знань, пристрій синтезу та аналізу подання моделей. Комплекс поєднує в собі високопродуктивне обладнання (включаючи потужні комп'ютерні сервери, пам'ять на диску) та ефективне програмне забезпечення, розроблене для вирішення широкого спектру інтелектуального аналізу даних та дозволяє налаштувати та розширити відповідальні функції.

Інтелектуальна система обробки даних характеризується наступними особливостями:

- доступ до системи забезпечується через Інтернет. Це дозволяє використовувати більшість функціональних можливостей системи через інтерфейс веб-браузера, попрацювати над конфіденційною інформацією, система забезпечує шифрування переданих та збережених даних (а саме для доступу можна використовувати протокол HTTPS);

- більшість послуг та системних ресурсів надаються лише зареєстрованим користувачам. Деякі ресурси системи, як певні довідкові документи, не є відкритими для громадськості та не вимагають використання реєстрації.

- зареєстровані користувачі можуть отримати доступ до повного спектру послуг та системних ресурсів. Усі послуги та ресурси, що надаються, а також якісні та кількісні характеристики та межі послуг визначаються в системі відповідно до статусу користувача і з часом можуть зростати відповідно до його потреб та обов'язків;

- робота в рамках системи здійснюється відповідно до концепції "проекти". Для вирішення своїх проблем користувач використовує системну програму для організації (створення) одного або декількох проектів. Для кожного проекту користувач може найняти та використовувати послуги та ресурси, необхідні для виконання відповідних завдань (в рамках існуючих обмежень). Автор (власник) проекту може надати доступ до проекту іншим користувачам або їх групам, а при необхідності надати кожному користувачеві або групі набір прав, що визначають можливості та операції, які існують під час роботи над цим проектом.

- розумна система управління даними надає програмний інтерфейс, що дозволяє стороннім програмам та веб-сайтам взаємодіяти з системою через HTTP та використовувати її ресурси відповідно до конкретних функцій;

- користувачі, які потребують більшої безпеки та/або які з якихось причин не хочуть або не можуть передавати та зберігати свої дані в цій системі, мають можливість отримувати та встановлювати свої комп'ютери Спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє офлайн (без підключення до мережі) використовувати основні функції інтелектуальної системи обробки даних та здійснювати звітування даних та огляд дому. За наявності підключення до Інтернету використання клієнтом за потреби та під контролем користувача може здійснити повну або часткову інтеграцію планів та системи;

- система розширюється відповідно до підтримуваних функцій і, як така, адаптується до різних груп завдань. Система включає програмні засоби та програмне забезпечення (API), які дозволяють своїм користувачам додавати нові функції та модулі та робити їх доступними для інших користувачів.

Основні функції інтелектуальної системи обробки даних [33]:

- система пропонує інструменти для вирішення проблем у таких сферах: статистична обробка даних (кореляційний та регресійний аналіз, дисперсійний аналіз тощо), розпізнавання зразків (класифікація з навчанням), кластеризація (класифікація без навчання), ідентифікація (виявлення впізнаваних характеристик досліджуваних об'єктів), прогнозування (визначення тенденцій розвитку процесів), вилучення знань з даних (аналіз даних) та текстів (обробка тексту). Завдяки відкритій архітектурі та API системи набір підтримуваних класів завдань можна легко доповнити, включаючи використання сторонніх модулів;

- система підтримує імпорт даних з різних джерел, включаючи текстові файли у форматі CSV, XML та HTML, електронні таблиці в Excel та OpenDocument, реляційні бази даних, а також із додатків та веб-служб, таких як електронні таблиці Google, база даних Zoho Creator. Крім того, дані можна вводити, змінювати та редагувати довільно через системний інтерфейс. Дані та результати можна експортувати у файли різних форматів, включаючи CSV, XML, HTML, PDF, RTF, Excel, JPEG, PNG. На додаток до вищезазначеного, інші перетворювачі імпорту/експорту можуть бути інтегровані в систему, забезпечуючи роботу з певними форматами та джерелами даних;

- система містить інструменти, які надають можливості для візуалізації та графічного представлення вихідних даних і результатів їх обробки в різних формах, в тому числі у вигляді графіків і діаграм, а також для створення різних звітів, які можуть бути опубліковані в системі. або експортовані для подальшого використання поза системою;

- система включає інтерактивні керівництва, довідники та тестові модулі по темі інтелектуальної обробки даних, покликані навчити користувачів ефективно вирішувати актуальні системні проблеми, а також розширити їх знання про моделях і методах обробки даних. Крім того, система надає можливості для організації на основі електронних навчальних курсів і автоматичних тестів знань з різних галузей.

Інтелектуальна система управління даними - це програмний пакет, який дозволяє автоматизувати процес управління в цілому. Проектні рішення у розробці інтелектуального зберігання знань та автоматизації процесів інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень разом із технологіями інтелектуального аналізу даних, методами штучного інтелекту, моделями подання інформації, електронними базами даних у різних предметних областях служать інструментом підвищення ефективності досліджень, інновацій, також у промисловості тощо.

1.5. Постановка задачі дослідження

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності процесів фільтрації технологічних потоків сокоочистки на цукровому заводі шляхом створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень відносно зміни режимів функціонування обладнання та суміжних відділень.

У відповідності до цієї мети необхідно розв'язати такі основні задачі:

- провести аналіз технологічного процесу фільтрації потоків сокоочистки, проаналізувати існуючі системи автоматизації;
- проаналізувати інформаційне забезпечення, що обумовлює можливість використання інтелектуальних систем, схеми систем інтелектуального аналізу даних;
- розробити підсистему управління процесом фільтрації потоків сокоочистки цукрового заводу, описати функції що інтелектуалізуються;
- розробити діаграма варіантів використання методу формування керувальних дій та оцінка форми залучення особи, що приймає рішення;
- розробити діаграму вимог до інтелектуальної системи управління;
- розробити діаграму послідовності створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень;
- розробити програмне забезпечення для процесу фільтрації дифузійного соку;

– побудувати структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНИХ РІШЕНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

2.1. Розробка підсистеми управління процесом фільтрування потоків сокоочистки

До фільтрів періодичної дії відносяться фільтри типу ФІЛС та МВЖ фільтри згущувачі, які призначені для фільтрації нефільтрованого соку після I та II сатурацій на цукрових заводах. Вони, як правило, встановлюються в одну чи дві батареї у кількості 6 чи 8 шт. кожна.

В магістерській роботі використовуються фільтри періодичної дії типу МВЖ, які працюють наступним чином.

Нефільтрований сік зі збірника насосом через підігрівник, де сік нагрівається до 82 °С, подається в напірний збірник, з якого через клапан К1 подається в фільтр для фільтрації, де пройшовши через фільтруючі мішки сік потрапляє через приймачі в колектор фільтра. При фільтруванні перші порції фільтрату (вихід мутного осаду) повертаються в збірник нефільтрованого соку. Тривалість повернення мутного осаду задається шляхом задання часу відкриття клапану К2.

Після закриття клапану К2 починається процес фільтрування шляхом відкриття К3, фільтрат (фільтрований сік) відводиться через витратомір в збірник фільтрованого соку. Зі збірника сік насосом подається на ділянку сульфитації соку і в збірник регенерації, що собою являє ємність, об'єм якої достатній для регенерації одного фільтра.

Після проходження через витратомір заданого об'єму фільтрату або по сплину часу фільтрування, фільтр переходить в режим регенерації фільтрувальної тканини.

Регенерація проходить двома способами:

1. Регенерація без виведення згущеного осаду (напівцикл роботи фільтра).

Закривається клапан К1 та К3, відкривається клапан К6 (подачі промивного фільтрату зі збірника регенерації) і клапан К4 (вивід надлишку

нефільтрованого соку). Промивний фільтрат, поступаючи в середину рамки, скидає осад. Тривалість промивки задається часом регенерації фільтра.

По закінченню регенерації фільтр переходить в режим відстоювання. Після чого цикл фільтрування починається наново.

2. Регенерація з виводом згущеного осаду (повний цикл роботи фільтра).

Закривається клапан К1 та К3, відкривається клапан К6 (подачі промивного фільтрату зі збірника регенерації) і клапан К4 (вивід надлишку нефільтрованого соку), а також короткочасно відкривається клапан К5 (збросу згущеної суспензії), після закриття клапана К5 процес регенерації продовжують.

Промивний фільтрат, поступаючи в середину рамки, скидає осад. Тривалість промивки задається часом регенерації фільтра.

По закінченню регенерації фільтр переходить в режим відстоювання. Після чого цикл фільтрування починається наново.

Алгоритм і тривалість операцій циклів фільтрування задається технологом чи начальником зміни. Завдання для АСУ ТП станції фільтрації: витрат фільтрату з фільтрів, час виконання операцій фільтрація, відведення каламутній порції, регенерація, скидання згущення суспензії, однакові на всі фільтри, що входять до складу однієї станції фільтрації.

Автоматизована система управління передбачає два типу режиму управління фільтрами МВЖ на станції фільтрації соку І сатурації.

Автоматичний режим роботи фільтрів, за обраною програмою. Алгоритм роботи системи передбачає виконання наступних операцій:

- повернення мутного осаду з фільтру і режиму фільтрування на всіх фільтрах станції включених в роботу;

- операцію регенерації фільтра або регенерацію та зброс згущеної суспензії тільки одного фільтру з циклічним обслуговуванням включених в роботу фільтрів в порядку зростання їх номерів.

Ручний режим роботи фільтрів, за даним режимом оператор може управляти дистанційно заслонками фільтрів, виконуючи наступні операції:

- повернення мутних порцій;
- фільтрування;
- регенерація;
- регенерація зі збродом згущеної суспензії;
- зброс згущеної суспензії.

Режим роботи обирається для кожного фільтра станції окремо за допомогою автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора станції фільтрації, що знаходиться в приміщенні пункту управління станції фільтрації соку І сатурації.

Автоматизована система управління фільтрами періодичної дії повинна бути однорівневою, відноситись до нижнього ієрархічного рівня АСУ ТК. Система складається з технічних засобів автоматизації, промислового логічного контролера (ПЛК), персонального комп'ютера (ПК), що може мати інтерфейсний зв'язок із сервером та диспетчерсько-координуючою станцією підприємства.

Дана система повинна бути сумісною з системами управління на інших ділянках виробництва.

АСУ експлуатується в умовах роботи цукрового заводу у виробничий сезон. Підприємство працює в дві зміни, технологічний процес – неперервний, тривалість роботи – 70 діб.

Система управління повинна передбачати контроль роботи складових елементів – датчиків, функціональних частин мікропроцесорних пристроїв, виконавчих механізмів.

Система повинна функціонувати як в автоматичному, так і в дистанційному режимах роботи.

Система управління повинна адаптуватись до поточної технологічної ситуації на заводі. Якість реалізації функцій АСУ визначається точністю,

швидкодією, надійністю. Швидкодія системи визначається часом вироблення управляючої дії, який не повинен перевищувати 5 с.

До автоматизованої системи управління (АСУ) ділянкою фільтрації поставлені наступні вимоги:

- швидка та якісна передача даних по мережі;
- забезпечення необхідної якості управління технологічними процесами з використанням мікропроцесорних контролерів;
- супервізорний контроль та управління проходження технологічного процесу за допомогою дисплейних мнемосхем (SCADA - програми);
- забезпечення необхідним програмним забезпеченням.

Умови експлуатації системи автоматизації – режим кругло добовий, сезонний.

Основні параметри:

- температура навколишнього повітря – від +5 до +40 °С;
- відносна вологість – від 40 до 85 %;
- гранично допустима відносна вологість – не більше 90 %;
- атмосферний тиск – від 630 до 800 мм рт. ст.;
- запиленість повітря в приміщенні не повинна перевищувати 0,75 мг/м³ при розмірах частинок не більше 3 мкм;
- повітря робочої зони не повинно містити шкідливі та агресивні гази та пари в концентраціях, перевищуючих гранично-допустимі норми.

Розробка завдання на автоматизацію процесу фільтрації дифузійного соку I сатурації наведена у табл. 2.1.

Ефективне та оперативне автоматизоване управління технологічним процесом фільтрування за допомогою фільтрів періодичної дії типу МВЖ, якісний контроль та регулювання над основними технологічними параметрами даного процесу забезпечить значне зменшення втрат сировини та електроенергії, зменшить втрати цукру в жомі, збільшить вихід цукру за рахунок якісної фільтрації, цим самим підвищить якість виготовленої продукції.

Таблиця 2.1. Розробка завдання на автоматизацію

№ п/п	Місце відбору	Регульований пар-р	Допустимі значення пар-ру	Вид автоматизації	Характер контролю чи керування	Додаткові вимоги
1	2	3	4	5	6	7
1.	Трубопровід нефільтрованого соку після напірного збірника	Темп-ра	80-90 °С	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
2.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №1	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку
3.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №2	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку
4.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №3	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку
5.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №4	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку
6.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №5	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
7.	Трубопровід фільтрованого соку після МВЖ №6	Витрата	60-80 м ³ /год	Контроль Регулювання	Покази, запис. Стабілізація	Дія на клапан подачі фільтрованого соку
8.	Збірник нефільтрованого соку	Рівень	0-100 %	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
9.	Збірник фільтрованого соку	Рівень	0-100 %	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
10.	Збірник фільтрованого соку I сатурації	Рівень	0-100 %	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
11.	Трубопровід подачі фільтрованого соку в збірник	Тиск	5 кПа	Контроль	Покази, запис, сигналізація	Світлова
13	Електродвигуни насосів	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне , сигналізація	Пуск, зупинка, світлова

В схемі автоматизації відділення фільтрації I-ої сатурації, яке складається з МВЖ фільтрів періодичної дії, основними технологічними параметрами є витрата фільтрованого соку після кожного з 6-ти фільтрів, температура нефільтрованого соку після напірного збірника, рівень в збірниках нефільтрованого, фільтрованого соку, витрата фільтрованого соку на II сатурацію. Значну роль в даному процесі відіграє ефективне управління мішалкою в збірнику суспензії соку I сатурації та відцентровими насосами.

На функціональній схемі автоматизації передбачено наступні контури.

Контроль температури нефільтрованого соку після напірного збірника реалізований за допомогою мікропроцесорного вимірювального перетворювача Sitrans TF2 фірми Siemens, до складу якого входить чутливий елемент –

платиновий термометр опору Pt 100, з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА (позиція 1а, 1б).

Регулювання витрати фільтрованого соку після кожного з 6-ти фільтрів реалізовано за допомогою магніто-індукційного витратоміра MAG 6000 фірми Siemens, що складається сенсора MAGFLO 1100 (позиція 2а, 3а, 4а, 5а, 6а, 7а), який безпосередньо вимірює витрату соку в трубопроводі, що працює в комплекті з магнітно-індуктивним вимірювальним перетворювачем витрати MAG 6000 (позиція 2б, 3б, 4б, 5б, 6б, 7б), що перетворює отриманий сигнал з сенсора в зручну для сприйняття форму у вигляді уніфікованого вихідного сигналу 4-20 мА. Далі сигнал надходить на промисловий логічний контролер (ПЛК), де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач УТ-1300 (позиція 2в, 3в, 4в, 5в, 6в, 7в) надходить на пневматичний виконавчий механізм Р226 (позиція 2г, 3г, 4г, 5г, 6г, 7г), який в свою чергу відкриває чи закриває клапан подачі фільтрованого соку в збірник фільтрованого соку I сатурації.

Аналогічно проводиться контроль витрати фільтрованого соку, який подається на II сатурацію.

Контроль рівня в збірниках нефільтрованого, фільтрованого соку реалізовано за допомогою ємнісного рівнеміра кабельного типу Sitrans LC300 фірми Siemens з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА (позиція 8а, 8б, 9а, 9б).

Контроль тиску в трубопроводі перед збірником фільтрованого соку реалізовано за допомогою вимірювального перетворювача тиску для неагресивних і агресивних газів, пари та рідин Sitrans P серія MS (позиція 10а), який має вихідний уніфікований сигнал 4..20 мА.

Світлова сигналізація, індикація та реєстрація параметрів здійснюється на персональному комп'ютері (ПК) за допомогою SCADA програми.

Специфікація приладів та засобів автоматизації процесу фільтрації 1-сатурації наведена у табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	К-ть	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а,1б	Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захистній трубці із нержавіючої сталі, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА Вимірювальний діапазон температур -50..+200 °С.	Sitrans TF2	°С	1	Siemens
2	2а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /год	1	Siemens
3	2б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність ±0.5%	MAG 6000	м ³ /год	1	Siemens
4	2в	Електро-пнеumo-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	-	1	InterApp
5	2г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Тмак=325 °С	P226	-	1	UKSPA
6	3а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /год	1	Siemens

Продовження табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6	7
7	3б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність $\pm 0.5\%$	MAG 6000	м ³ /го д	1	Siemens
8	3в	Електро-пневмо-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	-	1	InterApp
9	3г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Т _{мак} =325 °С	P226	-	1	UKSPA
10	4а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /го д	1	Siemens
11	4б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність $\pm 0.5\%$	MAG 6000	м ³ /го д	1	Siemens
12	4в	Електро-пневмо-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	-	1	InterApp
13	4г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Т _{мак} =325 °С	P226	-	1	UKSPA
14	5а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /го д	1	Siemens

Продовження табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6	7
15	5б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність $\pm 0.5\%$	MAG 6000	м ³ /го д	1	Siemens
16	5в	Електро-пневмо-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	-	1	InterApp
18	5г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Т _{мак} =325 °С	P226	-	1	UKSPA
19	6а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /го д	1	Siemens
20	6б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність $\pm 0.5\%$	MAG 6000	м ³ /го д	1	Siemens
21	6в	Електро-пневмо-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	-	1	InterApp
22	6г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Т _{мак} =325 °С	P226	-	1	UKSPA
23	7а	Чутливий елемент - сенсор, температура вимірювального середовища (-30...150) °С, електроди Platinum Hastelloy.	MAGFLO 1100	м ³ /го д	1	Siemens

Продовження табл. 2.2.

1	2	3	4	5	6	7
24	7б	Мікропроцесорний вимірювальний перетворювач для сенсора, вихід струмовий, релейний та цифровий, точність $\pm 0.5\%$	MAG 6000	м ³ /год	1	Siemens
25	7в	Електро-пневно-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, Т=-20С+70С	УТ-1300	--	1	InterApp
26	7г	Заслінка регулююча поворотна дискова між фланцева нержавіюча, мак. Р=1,6 МПа, Т _{мак} =325 °С	P226		1	UKSPA
27	8а,8б	Ємнісний рівнемір кабельний з занурювальним зондом Pointek CLS 300. Довжина зонду в межах 0,5– 25м. Вихідний уніфікований сигнал 4 – 20 мА.	SITRANS LC 300	%	1	Siemens
28	9а,9б	Ємнісний рівнемір кабельний з занурювальним зондом Pointek CLS 300. Довжина зонду в межах 0,5– 25м. Вихідний уніфікований сигнал 4 – 20 мА.	SITRANS LC 300	%	1	Siemens
29	10а	Вимірювальний перетворювач тиску для неагресивних та агресивних газів, пару та рідин. Межі вимір. 0,03 – 400 бар. Вих. сигнал 4-20 мА.	Sitrans P серія MS	бар	1	Siemens
30	11а	Частотний перетворювач для асинхронних двигунів змінного струму потужністю 90 кВт, діапазон вих. част. 0,1..500Гц, живл. 380-480 В.	ATV650	об	1	Schneider Electric

2.2. Опис функцій, що інтелектуалізуються

Функції ІСУ створюються шляхом декомпозиції на основі цілей системи. Потім кожен функцію можна розділити на кілька завдань та підзавдань.

Опис автоматизованих функцій ІСУ пояснює та вказує роботу системи. Зокрема, зазначаються:

- перелік функцій/завдань, частоту та тривалість їх виконання;
- перелік сигналів та даних, що формують інформаційний зв'язок між функціями та завданнями;
- вимоги до частоти сигналу та відновлення даних при введенні функції/завдання.

Оскільки ІСУ може виконуватися як на рівні АСУ ТП, так і на рівні виробництва АСУ, залежно від мети, розробляється табличний опис цих функцій залежно від завдання.

Функції АСУ для процесу фільтрації потоків сокоочистки показуються відповідно до змінних процесу. Перелік змінних АСУ наведені у табл. 2.3.

Тут кожен запис має технологічні параметри, а поля - це функції та уточнення. Оскільки на нижчому рівні використовуються лише вимірювальні прилади і при виконанні управляючих дій для них позначаються окремі поля з різними точками.

Детальний опис цих та інших функцій показуються на розробленій схемі автоматизації для процесу фільтрації дифузійного соку. Для ПЛК ФІЛ показуються наступні функції: У1- відповідає за напрямок передачі сигналу, С1 – відповідає за контур і алгоритм, де використовується дана змінна.

SCADA ФІЛ включає поля функцій, які у ній задіяні, а саме: «У2» відображає напрямок передачі даних; «І2» – відображає періодичність оновлення параметру на екрані оператора-технолога; «НС2» - відображає можливість ручного управління; «Rtr2» - відображає періодичність і глибину запису значення у архіві тренду; «Rlg2» - відображає глибину архіву повідомлень; А2» - відображає умови на спрацювання алармів - тривоги;

Таблиця 2.3. Перелік змінних для АСУТП ФЛ

№ п/п	Найменування змінної	Польові ТЗА ФЛ		ПЛК ФЛ		SCADA ФЛ						
		E0	V0	Y1	C1	Y2	I2	HC2	Rtr2	Rlg2	A2	Alg2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	T_неф_с дійсне	-50.. 200 ⁰ C	-	IN	T1C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<80 ⁰ C >90 ⁰ C	1 міс
2.	T_неф_с задане	-	-	-	T1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
3.	T_неф_с Min	-	-	-	T1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
4.	T_неф_с Max	-	-	-	T1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
5.	L_нап.неф_с дійсне	0-100 %	-	IN	L1C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<2 % >85 %	1 міс
6.	L_нап_неф_с задане	-	-	-	L1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
7.	L_нап_неф_с Min	-	-	-	L1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
8.	L_нап_неф_с Max	-	-	-	TLC1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
9.	F_1 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F1C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60 м3/год >80 м3/год	1 міс
10.	F_1 задане	-	-	-	F1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
11.	Кл подачі ф.с з 1 апарату	-	0-100%	OUT	F1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
12.	Per F_1 p\а	-	-	-	F1C1	IN/OUT	нс	+	змін, 1міс	1міс	-	-
13.	Per F_1 Min	-	-	-	F1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
14.	Per F_1 Max	-	-	-	F1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
15.	Per F_1 Kp	-	-	-	F1C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
16.	Per F_1 Ti	-	-	-	F1C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.	F_2 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F2C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60 м3/год >80 м3/год	1 міс
18.	F_2 задане	-	-	-	F2C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
19.	Кл подачі ф.с з 2 апарату	-	0-100%	OUT	F2C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
20.	Per F_2 Min	-	-	-	F2C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
21.	Per F_2 Max	-	-	-	F2C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
22.	Per F_2 Kp	-	-	-	F2C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
23.	Per F_2 Ti	-	-	-	F2C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
24.	F_3 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F3C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60 м3/год >80 м3/год	1 міс
25.	F_3 задане	-	-	-	F3C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
26.	Кл подачі ф.с з 3 апарату	-	0-100%	OUT	F3C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
27.	Per F_3 Min	-	-	-	F3C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
28.	Per F_3 Max	-	-	-	F3C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
29.	Per F_3 Kp	-	-	-	F3C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
30.	Per F_3 Ti	-	-	-	F3C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
31.	F_4 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F4C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60м3/г од >80 м3/год	1 міс
32.	F_4 задане	-	-	-	F4C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
33.	Кл подачі ф.с з 3 апарату	-	0-100%	OUT	F4C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
34.	Per F_4 Min	-	-	-	F4C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
35.	Per F_4 Max	-	-	-	F4C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
36.	Per F_4 Kp	-	-	-	F4C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
37.	Per F_4 Ti	-	-	-	F4C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
38.	F_5 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F5C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60 м3/год >80 м3/год	1 міс
39.	F_5 задане	-	-	-	F5C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
40.	Кл подачі ф.с з 5 апарату	-	0-100%	OUT	F5C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
41.	Per F_5 Min	-	-	-	F5C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
42.	Per F_5 Max	-	-	-	F5C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
43.	Per F_5 Kp	-	-	-	F5C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
44.	Per F_5 Ti	-	-	-	F5C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
45.	F_6 дійсне	0-300 м3/год	-	IN	F6C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<60 м3/год >80 м3/год	1 міс
46.	F_6 задане	-	-	-	F6C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
47.	Кл подачі ф.с з 6 апарату	-	0-100%	OUT	F6C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
48.	Per F_6 Min	-	-	-	F6C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
49.	Per F_6 Max	-	-	-	F6C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
50.	Per F_6 Kp	-	-	-	F6C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
51.	Per F_6 Ti	-	-	-	F6C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
52.	L_зб_неф_с дійсне	0-100 %	-	IN	L2C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<2 % >85 %	1 міс
53.	L_зб_неф_с задане	-	-	-	L2C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
54.	L_зб_неф_с Min	-	-	-	L2C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
	L_зб_неф_с Max	-	-	-	L2C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
55.	L_зб_ф_с дійсне	0-100 %	-	IN	L3C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	<8 % >24 %	1 міс
56.	L_зб_ф_с задане	-	-	-	L3C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
57.	L_зб_ф_с Min	-	-	-	L3C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
58.	L_зб_ф_с Max	-	-	-	L3C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
59.	Насос відкачки філ.соку оберти дійсне	0-150 А	-	IN	M1C1	IN	1с	-	10с,1міс	-	-	1 міс
60.	Насос відкачки філ.соку оберти задане	-	-	-	M1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	1 міс	-	-
61.	Швид.оберт. насосу відкачки філ.соку	-	0-100%	OUT	M1C1	IN/OUT	1с	+	10с,1міс	-	-	-
62.	Рег швид.оберт. насосу відкачки р\а	-	-	-	M1C1	IN/OUT	нс	+	змін, 1міс	1міс	-	-
63.	Рег швид.оберт. насосу відкачки Min	-	-	-	M1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
64.	Рег швид.оберт. насосу відкачки Max	-	-	-	M1C1	IN/OUT	нс	+	10с,1міс	-	-	-
65.	Рег швид.оберт. насосу відкачки Кр	-	-	-	M1C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-
66.	Рег швид.оберт. насосу відкачки Ті	-	-	-	M1C1	IN/OUT	нс	+	-	-	-	-

«Alg2» - відображає глибину архіву аварійних повідомлень; «-» - відображення на полях означає відсутність використання функції.

Для функцій АСУ ТП та інтелектуальної системи керування у графічному вигляді наводяться функції, що використовуються для рівня АСУ ТП із деталізацією інформаційно-інтелектуальної взаємодії. Перелік таких змінних наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Перелік змінних для АСУ ТП та ІСУ

№	Найменування змінної	Джерело	ІСК			Примітка
			УЗ	ІЗ	АЗ	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Витрата соку першої сатурації	Від-ня 1 сатурації	IN	1 с.		
2.	Рівень у напірному збірнику нефільтрованого соку	Від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<2 % >85 %	
3.	Температура нефільтрованого соку у напірному збірнику	Від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<80°C >90°C	
4.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 1	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	
5.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 2	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	
6.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 3	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	
7.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 4	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	
8.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 5	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7
9.	Витрата фільтрованого соку із фільтра МВЖ 6	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<60 м3/год >80 м3/год	
10.	Рівень у збірнику нефільтрованого соку	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<2 % >85 %	
11.	Рівень у збірнику фільтрованого соку	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<8 % >24 %	
12.	Частота відкачки фільтрованого соку I сатурації	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<8 % >90 %	
13.	Тиск в колекторі подачі соку на фільтри	Фільтраційне від-ня 1 сатурації	IN	1 с.	<0,09 Bar >0.87 Bar	

2.3. Визначення функцій користувачів Use Case diagram

Існує велика кількість інструментів, що використовуються для реалізації проекту інтелектуальної системи управління (ІСУ) від фази аналізу до створення програмного коду. Існує окремий поділ між інструментами верхнього рівня (upper CASE tools) та інструментами нижчого рівня (lower CASE tools).

До основних проблем із використанням інструментів вищого рівня належать проблеми з їх адаптацією до конкретних проектів, оскільки вони суворо регламентують процес розробки та не дозволяють організувати роботу на рівні окремих елементів проекту. Альтернативою може бути використання інструментів на нижчому рівні, але їх використання спричиняє інші проблеми - труднощі в організації взаємодії між командами, які працюють над різними елементами проекту.

Уніфікована мова моделювання (UML) - це спосіб інтеграції цих підходів. Переваги UML включають ряд інструментів, які підтримують життєвий цикл

ІСУ та дозволяють налаштовувати та переглядати особливості розробника різних елементів проекту.

Основними характеристиками об'єктно-орієнтованої мови моделювання UML є:

- організація взаємодії замовник-розробник (група розробників) ІВ шляхом створення репрезентативних візуальних моделей;
- спеціалізація основних символів для певної галузі предмета.

Базовий набір діаграм UML включений у велику кількість інструментів моделювання. Оскільки кожна програма має свої особливості і не вимагає всіх понять у кожній програмі, мова надає користувачам такі функції, як:

- моделювання з використанням лише основних інструментів для типових додатків;
- моделювання з використанням інших символів, якщо відсутні у "ядрі", або позначення спеціалізації та обмеження для даної області предмета.

Для підтримки моделювання різних фаз життєвого циклу ІСУ UML пропонує набір діаграм.

У нотації UML визначені такі типи канонічних діаграм:

- варіантів використання (use case diagram);
- класів (class diagram);
- кооперації (collaboration diagram);
- послідовності (sequence diagram);
- станів (statechart diagram);
- діяльності (activity diagram);
- компонентів (component diagram);
- розгортки (deployment diagram);

Список цих діаграм та їх назв є канонічним у тому сенсі, що вони є невід'ємною частиною графічного позначення мови UML. Крім того, процес об'єктно-орієнтованого проектування нерозривно пов'язаний із процесом побудови цих діаграм. Створений таким чином набір діаграм є самодостатнім в

тому сенсі, що він містить всю інформацію, необхідну для реалізації складного системного проекту (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Класифікація груп діаграм UML

Кожна з цих діаграм докладно описує та конкретизує різні уявлення про модель складної системи з точки зору UML. У цьому випадку діаграма використання - це найпоширеніша концептуальна модель складної системи, яка є джерелом для побудови всіх інших діаграм. Діаграма класів по суті є логічною моделлю, яка відображає статичні аспекти структурної побудови складної системи.

Діаграми кооперації і послідовності - це своєрідна логічна модель, яка відображає динамічні аспекти функціонування складної системи. Діаграми стану та діяльності використовуються для моделювання поведінки системи. Діаграми компонентів і розгортання використовуються для представлення фізичних компонентів складної системи і, отже, відносяться до її фізичної моделі. На додаток до графічних елементів, визначених для кожної канонічної діаграми, вони можуть відображати текстову інформацію, яка розширює семантику основних елементів.

Однією з діаграм, яка використовується на етапі проектування логічної ІСУ-моделі, є діаграма варіантів використання (use case diagram), призначена для створення концептуальної моделі рівня роботи системи в середовищі.

Основними елементами для створення прецедентної моделі на діаграмі є:

- Гравець - елемент, що вказує на роль користувача, що взаємодіє з певною сутністю;

• Прецедент - елемент, що відображає дії, вжиті системою (включаючи вказівку на можливі варіанти), що призводять до результатів, що спостерігаються суб'єктами.

Можуть бути встановлені взаємозв'язки між прецедентами в моделі, такими як:

- узагальнення (Generalization) - вказує на спільність ролей;
- включення (include) - вказує співвідношення багаторазового використання, основне з яких завжди використовує функціональну поведінку пов'язаних прецедентів;
- розширення (extend) - вказує на зв'язок між базовим випадком використання та випадками використання, які є його конкретними випадкам

Для процесу фільтрації основними потоками соокочистки діаграма Use Case diagram для вибору методу керувальних дій показана на рис. 2.2. Так як процес фільтрації є періодичним і може працювати по повному циклу чи напівциклу.

Під час проходження технологічного процесу, можуть виникати різного роду ситуації, які можуть бути пов'язані із зміною технологічних параметрів процесу, несправності роботи обладнання систем автоматизації або електрообладнання тощо. Тому, досить важливим є вчасно діагностувати ситуації, приймати найкращі рішення та їх реалізовувати.

Сукупність рішень керівників різних рівнів за певного підпорядкування - це ієрархія прийняття рішень, що визначає структурні взаємозв'язки між ними. У процесі формування ієрархії можуть переважати різні тенденції:

- знизу вгору (загальні рішення на вищому рівні приймаються на основі рішень, прийнятих на нижчих рівнях). Ця конструкція характерна для прийняття інформаційних рішень;
- зверху вниз, типово для прийняття організаційних рішень;
- навпаки - рішення нижчого рівня приймаються за певних умов і в межах рішень вищого рівня, а рішення вищого рівня приймаються з урахуванням

рішень, раніше прийнятих на нижчих рівнях. Така конструкція характерна для технологічних рішень.

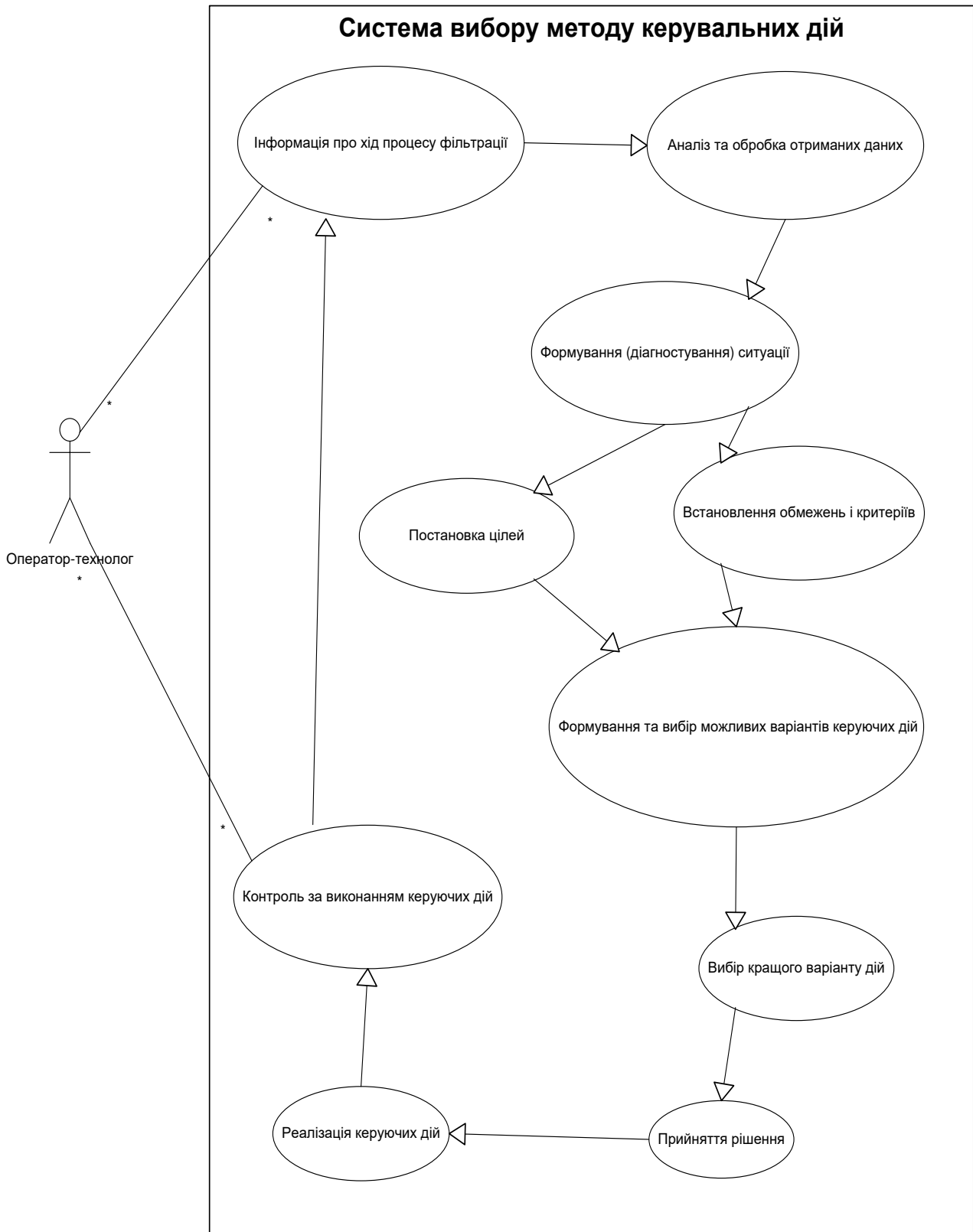


Рис. 2.2. Use Case diagram системи вибору методу керувальних дій

Постійне вдосконалення системи прийняття рішень та причинно-наслідкові зв'язки між ними становлять логічну основу, на якій будується вся

діяльність. Оскільки кожне рішення приймається з урахуванням відношення до інших рішень, існують обмеження щодо допустимої мінливості рішень. Тож рішення можуть бути різними, вони можуть змінюватися, але їх можна приймати в певних межах. Слід зазначити, що для забезпечення послідовності рішень недостатньо враховувати обмеження. Це вимагає від керівника цілеспрямованого та цілісного мислення. Велике значення має зміст рішень вищих рівнів ієрархії та контроль за виконанням рішень зверху вниз. Такий нагляд також включає затвердження рішень від нижчих рівнів до вищих рівнів. Методологія їх підготовки залежить від визначення ієрархії рішень.

У практиці управління існує два підходи до прийняття рішень: індивідуальний та груповий (колективний).

В рамках індивідуального підходу централізація прийняття рішень надзвичайно важлива. У груповому підході до прийняття рішень керівник кожного рівня управління залучає до цього процесу працівників. У цьому випадку старший керівник, відповідальний за прийняття цього рішення, передає повноваження нижчому рівню управління. Участь у прийнятті рішень працівників окремих структурних підрозділів визначається вирішенням їх інтересів, що суттєво підвищує ефективність рішення.

У процесі прийняття рішень необхідно враховувати два аспекти:

- прийняття рішень, як правило, відносно легке, але ефективне прийняття рішень важко;

- Прийняття рішень - це психологічний процес, тому методи, які використовує для цього керівник, можуть бути як стихійними, так і глибоко логічними.

Процес прийняття рішень складний і багатогранний. Він включає кілька етапів та заходів. Керівники по-різному вирішують, як і на яких етапах повинен відбуватися процес прийняття рішень, який конкретний зміст кожного з них. Це залежить від кваліфікації керівника, особливої ситуації, стилю управління та організаційної культури. Процес прийняття рішень включає етапи, які можна поєднувати як із прямим, так і із зворотним зв'язком. В особливих випадках,

особливо при розробці масивних "стандартних" рішень, окремі етапи опускаються або інтегруються. Таким чином, фактична кількість етапів визначається проблемою як такою.

I етап. Діагностика, формулювання та обґрунтування ситуації.

Ситуація - це складне теоретичне або практичне питання, яке вимагає вивчення, дослідження та прийняття рішень. Це відображає потенціал підвищення ефективності або різницю між існуючим та бажаним станом системи.

Процес прийняття рішення починається з отримання інформації безпосередньо про проходження технологічного процесу та роботи суміжних відділень. У процесі її обробки визначається ймовірність та повнота інформації. Управління інформацією є необхідною умовою прийняття багатьох рішень. Кожне управлінське рішення приймається лише на основі спеціально підбраного аналізу інформації. При аналізі інформації слід враховувати її характеристики. Вивчення формалізованої інформації здійснюється за допомогою логічного мислення, порівняння, аналогії, аналізу, синтезу, індукції тощо. Кількісні методи широко використовуються для обробки формально отриманої інформації: складання статистичних таблиць, графіків, регресійний аналіз, логіко-математичні методи тощо. Структура та аналіз оброблюваної інформації, її поєднання об'єктивних та суб'єктивних факторів дозволяють керівнику визначити ступінь важливості проблеми та обґрунтувати необхідність її вирішення. Після того, як проблема була виявлена, головне завдання керівника чи оператора-технолога чітко сформулювати її. Важливим елементом управлінського рішення виступає визначення цілей і завдань, що залежать від формулювання проблеми. Постановка мети або цілей, яких потрібно досягти під час вирішення проблеми, дозволяє вказати завдання, рішення яких забезпечує досягнення цілей.

II етап. Формулювання обмежень та критеріїв прийняття управлінських рішень. Обмеження щодо коригувальних дій обмежені у можливостях прийняття рішень. Перш ніж переходити до наступного етапу

прийняття рішення, оператор-технолог повинен чітко визначити обмеження і лише потім визначити альтернативи. Загальні обмеження включають: недостатню кількість працівників з відповідною кваліфікацією та досвідом, необхідність використання передових технологій, відсутність необхідних матеріальних ресурсів тощо.

Під час процесу прийняття рішень вони можуть бути формалізовані, якщо критерій ефективності визначений кількісно, та неофіційні, якщо їх логічно аналізувати.

Критерії вибору рішення можуть мати ряд показників, наприклад максимальне використання обладнання. Якщо рішення приймається на основі одного критерію (показника), це просте рішення. Рішення, прийняте за кількома критеріями, називається складним.

III етап. Формулювання та вибір можливих варіантів керуючих дій.

При формуванні альтернативних рішень оператор-технолог завжди керує невизначеністю. Таким чином, подальша обробка інформаційних даних є прогнозом, який допомагає передбачити результати реалізації кожного рішення. Після прогнозу ви можете вибрати бажані варіанти з безлічі можливих варіантів, які позначені бажаними результатами. Послідовне встановлення інших обмежень значно зменшує кількість варіантів. Таким чином, проблема визначення оптимального рішення зменшується вдвічі. Перша частина проблеми полягає в тому, як вибрати раціональні варіанти з безлічі можливих варіантів, а друга частина - вибрати найкращий із раціональних варіантів. При підборі варіантів також використовується евристика на основі логіки.

IV етап. Виберіть кращого варіанту дій. В даний час багато переважних рішень визначають альтернативи та обирають найкращі. З цією метою реалізація кожного варіанту ретельно розглядається і порівнюється з критерієм (або критеріями) для цієї проблеми. На основі результатів порівняння варіантів рішення вибирається найбільш підходящий варіант для конкретних умов, що забезпечує найбільш ефективне здійснення поставленої мети. В основному, це рішення проблеми. Таким чином, процес прийняття рішень оператором-

технологом - це досить складний процес, що складається з безлічі постійних етапів, кількість яких визначається складністю проблеми, що вирішується.

Етап V. Прийняття рішення. Значення цього етапу визначається повнотою реалізації рішень, передбачених системою управління для забезпечення реальних результатів та змісту (значення).

«Впровадження» рішення є важливим показником ефективності системи управління, яка повинна працювати за принципом «одна проблема - одне рішення». Як тільки рішення не прийнято, нові рішення з того самого питання не можуть бути прийняті.

Після прийняття рішення є період для його реалізації. Реалізація рішення - складний процес. Досвідчені особи, що приймають рішення, оцінюють складність його реалізації та створюють необхідні умови для його реалізації.

Організаційно загальне навантаження ділиться на окремі компоненти. Виконавці та відповідальні особи рішуче налаштовані виконати роботу. При реалізації рішення виконавці окремих справ мають бути забезпечені певними правами та повноваженнями та нести відповідальність залежно від завдань, що вирішуються. Це стосується принципу делегування відповідальності, який передбачає розподіл відповідальності між усіма учасниками як розробки рішення, так і його реалізації. При розподілі обов'язків слід враховувати кваліфікацію виконавців та досвід. Система оцінки форми залучення особи, яка буде задіяна в залежності від ситуації, яка сталася під час процесу фільтрації дифузійного соку показано на рис. 2.3.

Після того, як план реалізації рішення буде розроблений, він буде повідомлений виконавцям в обов'язковому порядку. Повідомлення управлінського рішення виконавцям супроводжується поясненням його змісту та значення, а також очікуваних результатів.

VI етап. Процес реалізації керуючих дій тісно пов'язаний з моніторингом його виконання. Ефективний контроль за виконанням рішення неможливий без чіткого запису про виконання окремих робіт. Реальність

прийнятих рішень та швидкість їх виконання в кінцевому рахунку залежать від ефективності контролю.



Рис. 2.3. Use Case diagram системи оцінки форми залучення особи

Незалежно від стану реалізації, результати виконання керуючих дій повинні бути узагальнені. Це перевірка ефективності системи для прийняття та реалізації наступних рішень.

Для перевірки виконання певних дій, використовуються наступні типи контролю:

- попередній (спрямований на надання більш детального обґрунтування причин рішення);
- поточний (з його допомогою вносяться корективи в процесі реалізації рішення);
- остаточний (застосовується для перевірки ефективності рішення).

Контроль є об'єктивною необхідністю в процесі прийняття керуючих дій, оскільки він реалізує технологічні плани та контролює якість у їх реалізації.

2.4. Розробка діаграми вимог до інтелектуальної системи управління (Requirements diagram)

Вимога визначає здатність або умову, які повинні бути задоволені. Вимога може визначати функцію, яку повинна виконувати система, або умову продуктивності, яку повинна досягти система. SysML надає конструкції моделювання для представлення вимог, заснованих на тексті, та їх співвідношення з іншими елементами моделювання. Діаграма вимог може зобразити вимоги у графічному, табличному або деревоподібному форматі. Вимога може також з'являтися на інших діаграмах, щоб показати її зв'язок з іншими елементами моделювання. Конструкції моделювання вимог покликані забезпечити міст між традиційними засобами управління вимогами та іншими моделями SysML.

Вимога визначається як стереотип класу UML, що підпадає під набір обмежень. Стандартна вимога включає властивості, щоб вказати його унікальний ідентифікатор та вимогу до тексту. Додаткові властивості, такі як статус підтвердження, можуть бути вказані користувачем.

Вказано кілька взаємозв'язків вимог, які дозволяють людині, що проводить моделювання співвідносити вимоги з іншими вимогами, а також з іншими елементами моделі. Сюди входять відносини для визначення ієрархії вимог, виведення вимог, задоволення вимог, перевірки вимог та уточнення вимог.

SysML визначає нові типи асоціацій (стереотипні залежності):

- Derive (успадковування): одна або декілька вимог, що впливають із вимоги;

- Satisfy (забезпечують, задовольняють): один або кілька модельних елементів виконують вимогу;

- Verify (перевірка): один або кілька модельних елементів, наприклад тестова система, перевіряє виконання вимог;

- Refine (уточнення): один або кілька модельних елементів, наприклад use case, додатково уточнює вимогу;

- Copy (перенесення): один або кілька модельних елементів системи переноситься на інший елемент;

- Trace (прослідковування): один або кілька модельних елементів системи відслідковуються на інші елементи.

SysML визначає нові типи визначень, генерує гіпотези, дозволяє інтерпретації пов'язувати з організаціями чи компонентами моделі::

- Problem (проблема): ідея, що визначається конкретною проблемою чи потребою, після відсутності, обмеження або відмови не одного чи декількох компонентів вибірки;

- Rationale (обґрунтування): коментар який описує причину чи обґрунтування рішення, пов'язаного із асоціацією чи елементом.

На діаграмі вимог прийняття рішень відповідно до зміни режимів роботи фільтраційного обладнання в залежності від ситуацій показано на рис. 2.4. На даній діаграмі розглядаються вимоги до встановлення потужності роботи фільтруючих апаратів в залежності від потужності заводу, а також вимоги при нормальному режимі та із відхиленням.

В UML під взаємодією об'єктів розуміють обмін інформацією між ними. У цьому випадку інформація набуває форми повідомлення. Окрім того, що повідомлення містить певну інформацію, воно також певним чином впливає на одержувача.

Діаграма послідовності відноситься до діаграм взаємодії UML, які описують поведінкові аспекти системи, але враховують взаємодію об'єктів у часі. Іншими словами, схема послідовності показує часові характеристики передачі та прийому повідомлень об'єктами.

Діаграма послідовності показує лише ті об'єкти, які безпосередньо беруть участь у взаємодії і не показують можливих статичних асоціацій з іншими об'єктами. Для діаграми послідовностей ключовим моментом є динаміка взаємодії об'єкта в часі. Діаграма послідовності має щонайменше два виміри.

Один - зліва направо у вигляді вертикальних ліній, кожна з яких показує лінію життя окремого об'єкта, що бере участь у взаємодії.

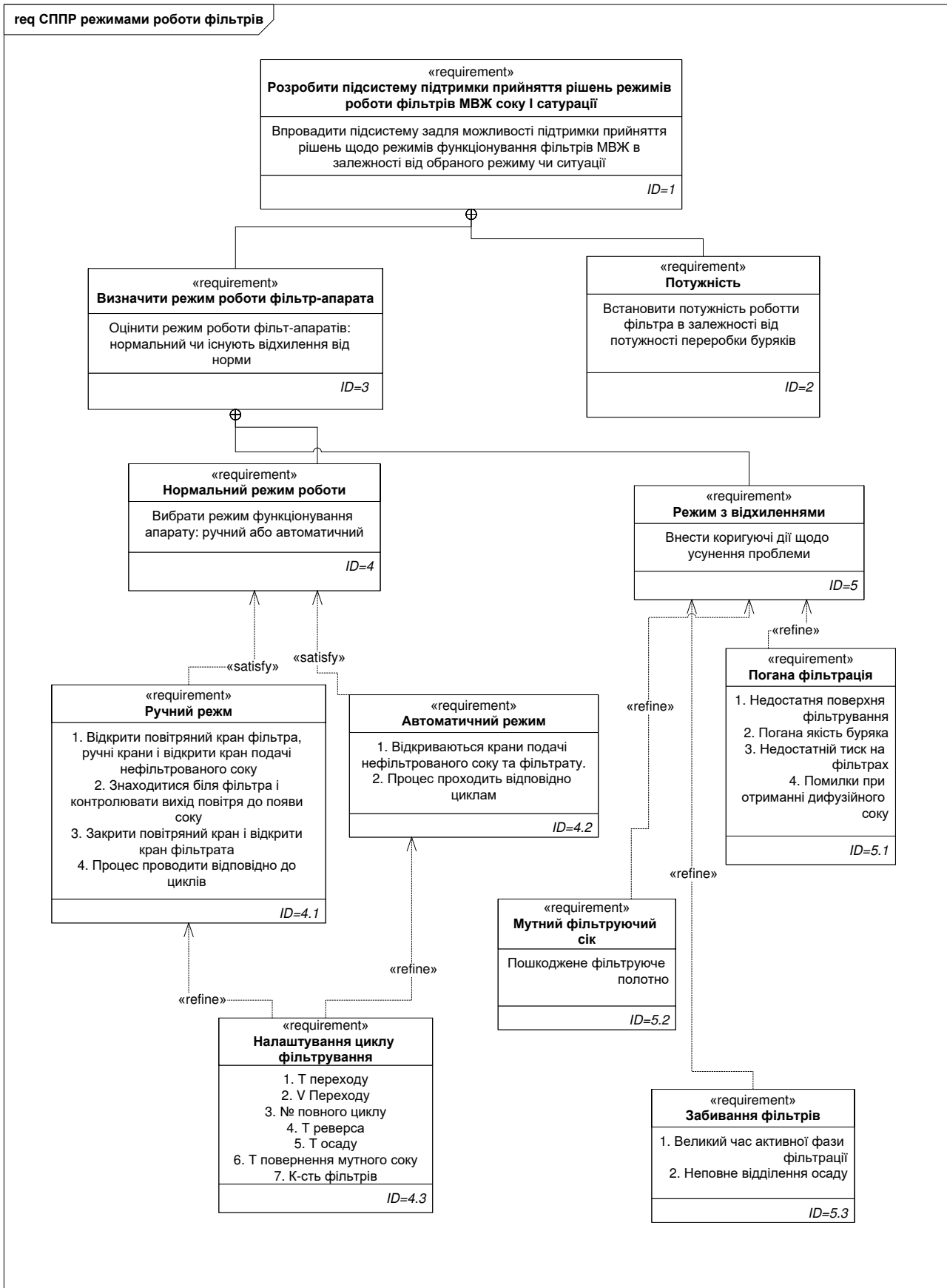


Рис. 2.4. Діаграма вимог до режимів роботи фільтруючого обладнання

2.5. Розробка етапів створення інтелектуальної системи управління (Sequence diagram)

Графічно кожен об'єкт представлений прямокутником і розташований у верхній частині його життєвої лінії. У крайньому лівому куті діаграми показано об'єкт, який ініціював взаємодію. Праворуч знаходиться інший об'єкт, який безпосередньо спілкується з першим. Таким чином, усі об'єкти на діаграмі послідовностей утворюють послідовність, яка визначається ступенем активності цих об'єктів при взаємодії. Інший вимір діаграми послідовностей - вертикальна вісь часу, спрямована зверху вниз.

Початковому моменту часу відповідає сама верхня частина діаграми. Таким чином, взаємодія здійснюється за допомогою повідомлень, що передаються від одного об'єкта до іншого. Повідомлення відображаються у вигляді горизонтальних стрілок з назвою повідомлення та формують замовлення, коли вони з'являються. Іншими словами, посилання на верхній графік були розпочаті раніше ніж нижчі.

Діаграми послідовного послідовності можуть бути використані і повинні використовуватися для покращення діаграм продуктивності, більш детального опису концепції випадків розгортання.

Послідовні зображення часто містять записи сценарію, повідомлення, якими вони обмінюються, і повертають результати, пов'язані з повідомленнями. Однак повторювані результати відображаються лише в тому випадку, якщо це не зрозуміло в контексті.

Лінія життєдіяльності об'єкта (життєва лінія об'єкта) представлена пунктирною вертикальною лінією, пов'язаною з одним об'єктом на діаграмі послідовностей. Рятувальний круг використовується для позначення періоду часу, протягом якого об'єкт існує в системі, і тому потенційно може брати участь у всіх його взаємодіях. Якщо об'єкт постійно існує в системі, його життєва лінія повинна проходити по площині діаграми послідовностей зверху вниз.

Окремі об'єкти, виконавши свою роль у системі, можуть бути знищені, щоб звільнити займані ними ресурси. Для таких об'єктів лінія життя обривається в момент його знищення. Для позначення моменту знищення об'єкта в мові UML використовується спеціальний символ у формі латинської букви "X".

Мета взаємодії в контексті мови UML полягає в тому, щоб специфікувати комунікацію між множиною взаємодіючих об'єктів. Кожна взаємодія описується набором повідомлень, в яких задіяні об'єкти обмінюються між собою. У цьому сенсі повідомлення - це повна інформація, яка передається від одного об'єкта до іншого. Таким чином, отримання повідомлення ініціює виконання певних дій, спрямованих на вирішення конкретного завдання цим об'єктом, на який було надіслано це повідомлення.

Таким чином, повідомлення не тільки передають певну інформацію, але й вимагають або припускають, що отримуючий об'єкт виконує очікувані дії. Повідомлення можуть запускати операції з об'єктом відповідного класу, а параметри цих операцій передаються разом із повідомленням. На діаграмі послідовності всі повідомлення класифікуються за часом їх появи в модельованій системі.

У цьому контексті кожне повідомлення має напрямок від об'єкта, який ініціює повідомлення і відправляє його до об'єкта-одержувача.

Як правило, повідомлення представлені на схемі послідовності горизонтальними осями, що з'єднують напрямки життя, або центрами управління двома об'єктами.

В UML кожне повідомлення пов'язане з якоюсь дією, яку повинен виконати об'єкт, який його отримав. Таким чином, дія може мати аргументи або параметри, які оцінюють ефективність прийняття різних результатів.

Відповідні параметри матимуть це повідомлення про дію та тригер. матиме повідомлення, яке ініціює цю дію. Крім того, значення окремих параметрів повідомлення можуть включати умовні вирази, що складають мережу або альтернативні шляхи основного потоку управління.

Кожне повідомлення повинно мати ім'я, яке відповідає його призначенню. Діаграми послідовностей можуть містити три різні повідомлення, кожне зі своїм унікальним графічним зображенням.

Розробка ЕС має суттєві відмінності від розробки звичайного програмного продукту. Досвід створення ЕС показав, що використання при їх розробці методології, прийнятої в традиційному програмуванні, або надмірно затягує процес створення ЕС, або взагалі призводить до негативного результату.

Використовувати ЕС слід тільки тоді, коли розробка ЕС можлива, виправдана і методи інженерії знань відповідають розв'язуваній задачі. Щоб розробка ЕС була можливою для цього додатка, необхідно одночасне виконання принаймні таких вимог:

1) існують експерти в цій галузі, які вирішують задачу значно краще, ніж початківці фахівці;

2) експерти сходяться в оцінці пропонованого рішення, інакше не можна буде оцінити якість розробленої ЕС;

3) експерти здатні вербалізувати (висловити природною мовою) і пояснити використовувані ними методи, в іншому випадку важко розраховувати на те, що знання експертів будуть "витягнуті" і вкладені в ЕС;

4) рішення задачі вимагає тільки міркувань, а не дій;

5) завдання не повинна бути занадто важкою (тобто її рішення повинне займати у експерта декілька годин або днів, а не тижнів);

6) завдання хоч і не повинна бути виражена в формальному вигляді, але все ж повинна ставитися до досить "зрозумілою" і структурованої області, тобто повинні бути виділені основні поняття, відносини і відомі (хоча б експерту) способи отримання рішення задачі;

7) рішення задачі не повинно в значній мірі використовувати "здоровий глузд" (тобто широкий спектр загальних відомостей про світ і про спосіб його функціонування, які знає і вміє використовувати будь-яка нормальна людина), так як подібні знання поки не вдається (в достатній кількості) вкласти в системи штучного інтелекту.

Етапи створення інтелектуальної системи управління на базі експертної системи процесу фільтрації потоків сокоочистки в залежності від режимів функціонування обладнання та технологічних ситуацій показано за допомогою діаграми послідовності Sequence diagram та представлено на рис. 2.5.

Розробка експертної системи складається з наступних етапів:

1. Етап ідентифікації проблем - визначаються завдання, які підлягають вирішенню, виявляються цілі розробки, визначаються експерти і типи користувачів.

2. Етап вилучення знань - проводиться змістовний аналіз проблемної області, виявляються використовувані поняття і їх взаємозв'язки, визначаються методи розв'язання задач.

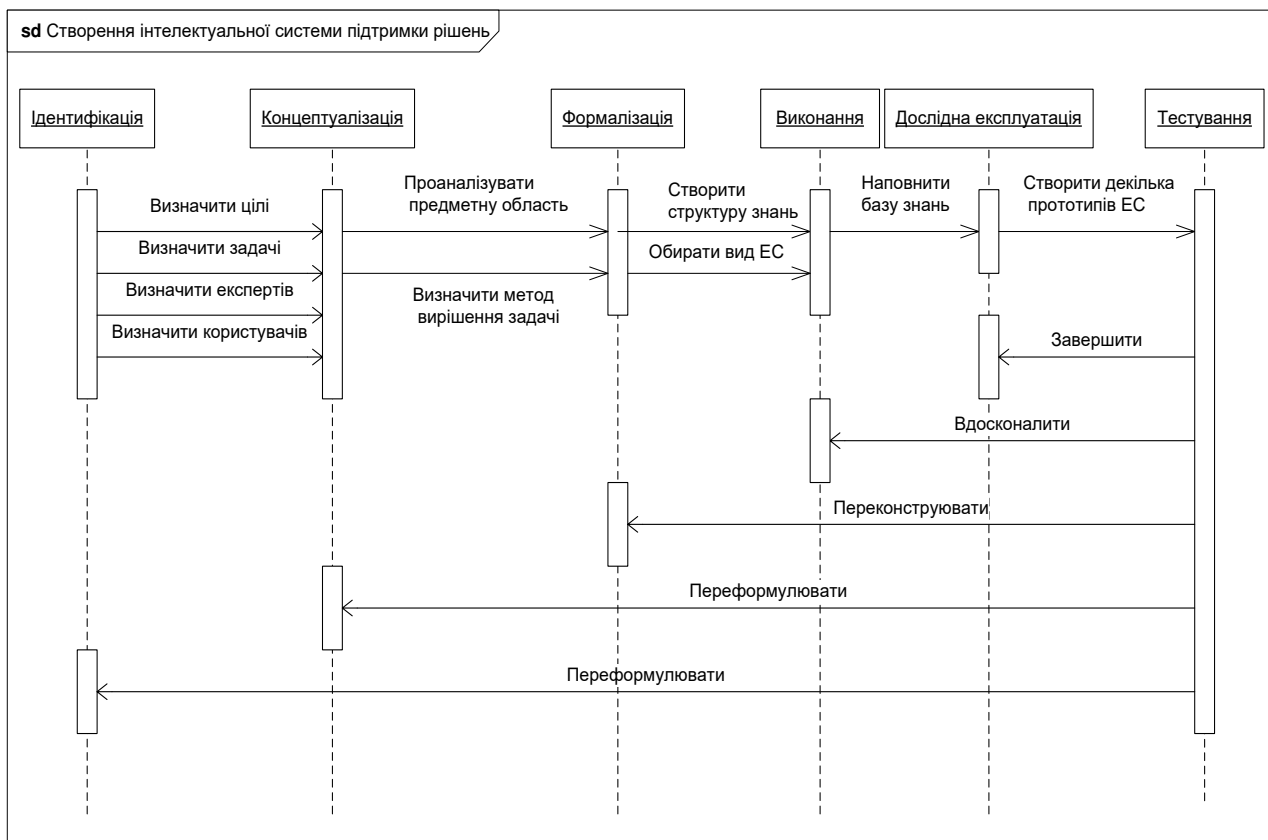


Рис. 2.5. Діаграма послідовності створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

3. Етап структурування знань - вибираються ІС і визначаються способи подання всіх видів знань, формалізуються основні поняття, визначаються способи інтерпретації знань, моделюється робота системи, оцінюється

адекватність цілям системи зафіксованих понять, методів рішень, засобів представлення та маніпулювання знаннями.

4. Етап формалізації - здійснюється наповнення експертом бази знань. У зв'язку з тим, що основою ЕС є знання, даний етап є найбільш важливим і найбільш трудомістким етапом розробки ЕС. Процес придбання знань розділяють на вилучення знань з експерта, організацію знань, що забезпечує ефективну роботу системи, і уявлення знань у вигляді, зрозумілому ЕС. Процес придбання знань здійснюється інженером по знаннях на основі аналізу діяльності експерта по вирішенню реальних завдань.

5. Реалізація ЕС - створюється один або кілька прототипів ЕС, вирішальні необхідні завдання.

6. Етап тестування - проводиться оцінка обраного способу представлення знань в ЕС в цілому.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

3.1. Вибір програмного забезпечення для компонентів системи

У магістерській роботі використано мікропроцесорний контролер від Schneider Electric, який широко застосовується при розробці і впровадженні систем автоматизації у різноманітних галузях промисловості.

Модулі процесора M340 відрізняються функціональністю, кількістю входів/виходів, швидкістю обробки інструкцій, які може обробляти процесор, кількістю спеціальних каналів, доступною оперативною пам'яттю та засобами зв'язку, вбудованими в модуль ЦП.

Кожен модуль процесора може мати один чи два взаємопов'язаних канали зв'язку: послідовний RS-232/RS-485 послідовний Modbus, Ethernet TCP/IP і CANOpen. На додаток до взаємозамінних функцій та інших пристроїв у системі, Modbus RTU (послідовний) та Modbus TCP/IP (Ethernet) дозволяють отримати доступ до програмного центру UNITY PRO до контролера.

Дискретні модулі вводу-виводу M340 - це стандартні модулі, що займають один слот. Ці модулі відрізняються залежно від типу каналів ((вхідні, вихідні, змішані), кількості каналів, типу вхідних та вихідних каналів та способу підключення. Ці модулі можуть бути встановлені на будь-якому місці всередині шасі, за винятком блоку живлення (RS) та модуля процесора. Дозволяється гаряча заміна модулів при умові, що живлення буде ввімкнуте.

Дискретні модулі можуть характеризуються входами/виходами постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) чи негативною (source) логікою підключення, чи змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

Також є модулі з транзисторними чи релейними виходами. Виходи мають змогу бути захищеними від короткого замикання. Всі дискретні входи і виходи ізольовані від внутрішньої шини.

Модулі аналогових входів/виходів M340 представляють собою стандартні модулі, котрі займають один слот. Аналогові модулі аналогічно до дискретних

розрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), їх кількістю, характеристикою та діапазоном сигналів (напруга, термометри опору, струм тощо), наявністю гальванічного розподілення та способом підключення. Дані модулі можуть бути встановлені у будь-яке посадкове місце шасі, окрім місця для живлення (PS) і процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Контролер Modicon M340 для технологічного процесу фільтрації процесів сокоочистки цукрового виробництва відповідно до розробленої схеми системи автоматизації компонується із наступних модулів, що показані на рис. 3.1. Специфікація комплексних засобів наведена у табл. 3.1.

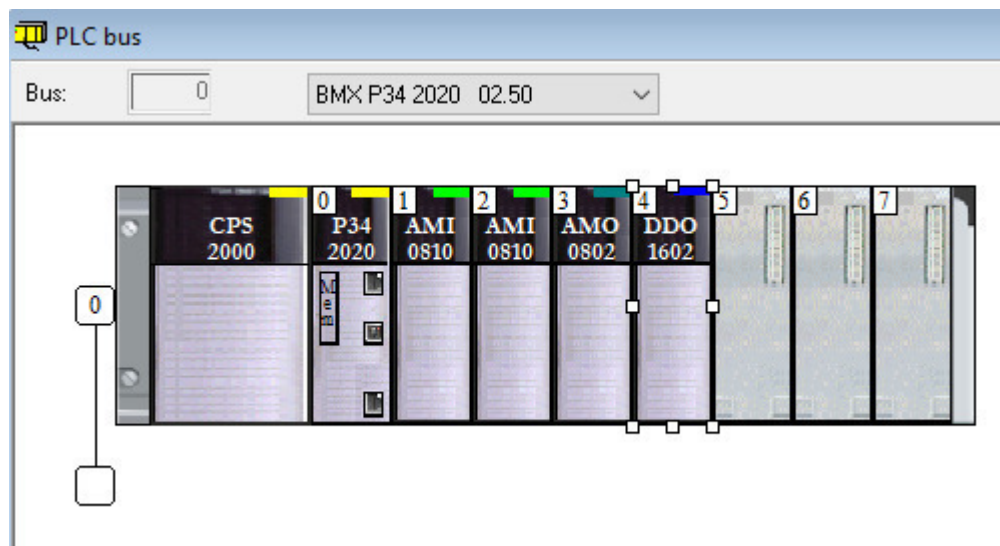


Рис. 3.1. Проектне компонування контролера M340 процесу фільтрації

Таблиця 3.2. Специфікація комплексних засобів

№	Найменування та технічна характеристика засобу	Тип, марка, позначення документу, листа опитування	Код обладнання	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5	6	7
Програмований логічний контролер Modicon M340						
1	Модуль живлення 100...240 VAC, 20 Вт BMX CPS 2000	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		1
2	Процесорний модуль BMX P34 2020	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		1
3	Модуль аналогових входів BMX AMI 0810	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		2

1	2	3	4	5	6	7	
4	Модуль виходів 0802	аналогових ВМХ АМО	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		1
5	Модуль виходів 1602	дискретних ВМХ DDO	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		1
6	20 контактна колодка з гвинтовими зажимами 2010	знімна ВМХ FTB	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		2
7	28 контактна клемна колодка FTB 2820	знімна ВМХ	Каталог Modicon M 340		Schneider Electric		2

Принципова схема підключення контурів вимірювання, управління і сигналізації розроблені для процесу фільтрації на основі схеми автоматизації. Схема підключення має у своєму складі вхідні і вихідні модулі мікропроцесорного контролера. На них показують датчики і виконавчі елементи та спосіб їх підключення до контролера. Схема підключення наведена на листі 2 графічної частини і міститься у Додатку 2.

.Для регулювання витрати фільтрованого соку після кожного з 6-ти фільтрів, температури нефільтрованого соку після напірного збірника, рівня в збірниках нефільтрованого, фільтрованого соку, витрати фільтрованого соку на II сатурацію використовуються датчики із вихідним сигналом 4-20 мА.

Передбачено автоматичний та ручний режими роботи відцентровим насосом перекачки фільтрованого соку.

Система автоматизації має аварійну світлову та звукову сигналізацію процесу за допомогою світлодіодної лампи HL1 та сирени HA1.

Для всіх контурів на схемі поставлені плавкі запобіжники з 2-ма виводами пристрою F1-F3 на 0,35 А. Сигналізація технологічних параметрів реалізована за допомогою SCADA програми на персональному комп'ютері (ПК).

Блок-схема алгоритму функціонування МВЖ фільтрів періодичної дії показано на рис. 3.2.

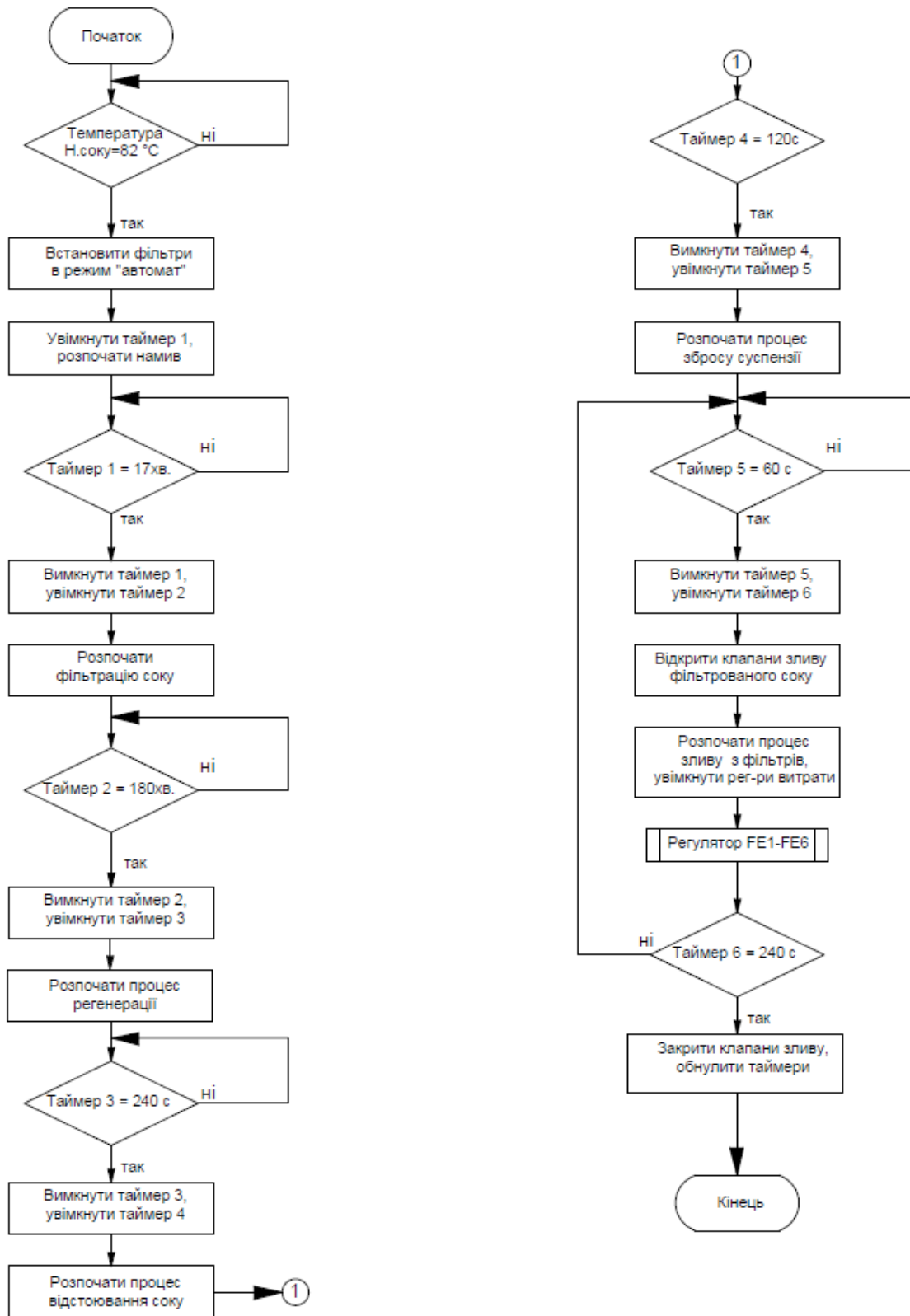


Рис. 3.2. Алгоритм роботи фільтра МВЖ

3.2. Дисплейна мнемосхема процесу фільтрації потоків сокоочистки

Vijeo Citect, який є частиною програмного забезпечення Collaborative, також є частиною PlantStruxure, нової архітектури автоматизації процесів Schneider Electric і використовується для побудови систем диспетчеризації.

Vijeo Citect - це надійна та гнучка система з високою продуктивністю, розроблена для використання в будь-якій галузі промисловості в системах управління даними та збору даних.

Системи диспетчеризації створюються за допомогою зручних потужних засобів візуалізації та функціональних можливостей, що дозволяє оператору повністю контролювати хід технологічного процесу та вчасно реагувати на можливі ситуаційні відхилення, тим самим підвищувати його ефективність. Інструменти конфігурації Vijeo Citect у поєднанні із потужними функціональними можливостями дозволяють досить швидко та легко розробляти різноманітні рішення для систем диспетчеризації будь-якого розміру.

Деталізація використання SCADA - програми фільтрів періодичної дії типу МВЖ показана на рис. 3.3-3.5.

Таблиця 3.2. Таблиця аналогових на дискретних змінних для SCADA програми

Ім'я змінної	Адреса	Настроювання						
		Пер. опит.	Перетворення		Аварійні межі			
			Конт. одиниці	Фіз. Одиниці	Ав. мін.	Перед ав. мін.	Перед ав. макс.	Ав. макс.
1	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура нефільтрованого соку після напірного збірника	%IW0.1.0	0,1с	0-10000	82 °С	80	81	83	84
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №1	%IW0.1.2	0,1с	0-10000	76 м³/год	74	75	77	78
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №2	%IW0.1.3	0,1с	0-10000	72 м³/год	70	71	73	74

Продовження табл. 3.2.

1	3	4	5	6	7	8	9	10
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №3	%IW0.1.4	0,1с	0-10000	68 м ³ /Год	66	67	69	70
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №4	%IW0.1.5	0.1с	0-10000	66 м ³ /Год	64	65	67	68
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №5	%IW0.1.6	0.1с	0-10000	64 м ³ /Год	62	63	65	66
Витрата фільтрованого соку після МВЖ №6	%IW0.2.0	0.1с	0-10000	62 м ³ /Год	60	61	63	64
Рівень в збірнику нефільтрованого соку	%IW0.2.1	0.1с	0-10000	0-5 м	0.5	1	5.2	5.5
Рівень в збірнику фільтрованого соку	%IW0.2.2	0.1с	0-10000	0-5 м	0.5	1	5.2	5.5
Тиск в трубопроводі перед збірником фільтрованого соку	%IW0.2.3	0.1с	0-10000	5 кПа	4.8	4.9	5.9	5.2
Рівень в напірному збірнику нефільтрованого соку	%IW0.2.4	0.1с	0-10000	0-3 м	0.5	1	3.2	3.5
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 1	%QW0.3.0	0,1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 2	%QW0.3.1	0,1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 3	%QW0.3.2	0,1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 4	%QW0.3.3	0,1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 5	%QW0.3.4	0.1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Клапан подачі фільтрованого соку після МВЖ № 6	%QW0.3.5	0.1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Магнітний пускач насоса перекачки нефільтрованого соку	%Q0.4.0	0.1с	0-10000	0-1	0	0	1	1

Продовження табл. 3.2.

1	3	4	5	6	7	8	9	10
Світлова аварійна сигналізація	%Q0.4.2	0.1с	0-10000	0-1	0	0	1	1
Звукова аварійна сигналізація	%Q0.4.3	0.1с	0-10000	0-1	0	0	1	1

Таблиця 3.3. Таблиця мнемосхем проекту

Назва мнемосхеми	Тип мнемосхеми	Призначення мнемосхеми
1	2	3
Загальний вигляд процесу фільтрації	Постійна	Головна мнемосхема проекту. На ній зображена спрощена машино-апаратна схема відділення фільтрації соку I сатурації. На мнемосхемі нанесені елементи візуалізації процесу у вигляді динамічних зображень рівня, елементів для виведення значень технологічних параметрів, кольорова індикація цих параметрів для сигналізації критичних значень величин та елементи керування процесом: кнопки для управління клапанами, кнопки переходу в інші мнемосхеми.
Тренд об'єму фільтрації і витрати МВЖ фільтрів	Спливаюча	На даній мнемосхемі можна спостерігати за зміною регульованих змінних у вигляді трендових діаграм в режимі реального часу, ведення історії процесу, перехід на головну мнемосхему, зміна заданих значень параметрів в реальному часі (зміна витрати фільтрованого соку після МВЖ фільтрів).
Налаштування режимів фільтрації	Спливаюча	На даній мнемосхемі зображено циклограму роботи режимів фільтрації, його етапи. Наочно показано, в якому режимі перебуває кожен з 6-ти фільтрів МВЖ. Вказано час тривалості кожного етапу фільтрації.
Налаштування роботи МВЖ фільтрів	Спливаюча	На даній мнемосхемі зображено вікно налаштувань роботи МВЖ фільтрів, в якому передбачено вибір типу управління, часу етапів фільтрації, режим виводу і т.д.

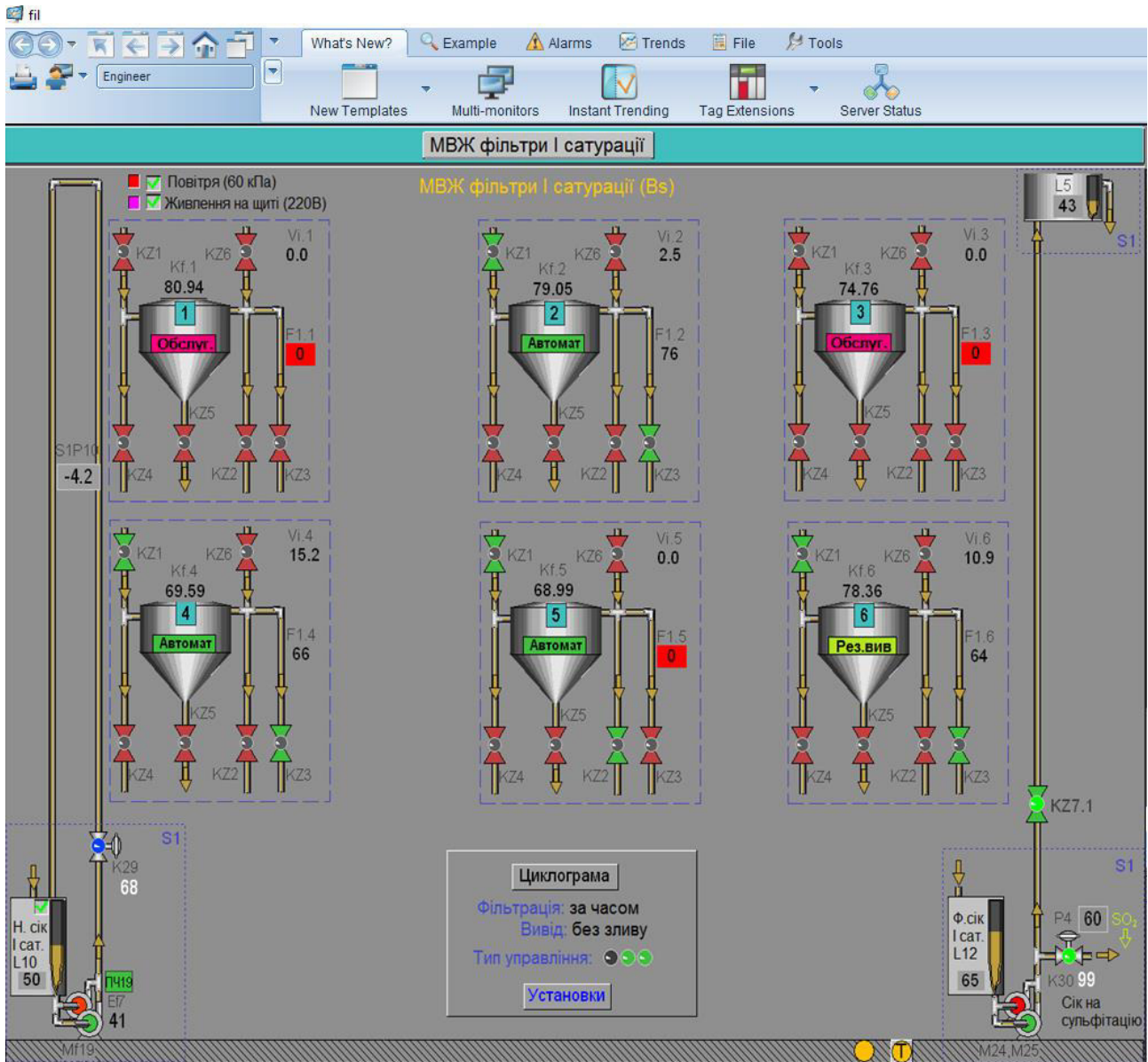


Рис. 3.3. Головне вікно мнемосхеми SCADA – програми процесу фільтрації соку І сатурації

Циклограма роботи МВЖ-фільтра

№	Режим	Цикл	Етапи фільтрації										Час етапу (хв:сек)	
			Стоп	Набір	Намив	Фільтр	Пауза	Реген	Відстій	Пауза	Зброс сусп.	Пауза		Зброс фільтр.
1	Обслуг.	п.цикл1	0	1	2	3	8	4	5	9	6	10	7	0:00
2	Автомат	цикл												2:22
3	Обслуг.	п.цикл1												0:00
4	Автомат	цикл												14:08
5	Автомат	п.цикл1												1:40
6	Рез.вив.	п.цикл1												9:32
7														
8														
Настройки часу (хв:сек)			T2 намив	2:50		T5 відстій	1:00							
			T3 фільтр.	14:20		T6 Н.сік	0:30							
			T4 реген.	0:25		T7 Ф.сік	0:40							

Esc Вихід

Рис.3.4. Дисплейна мнемосхема настройок режимів фільтрації

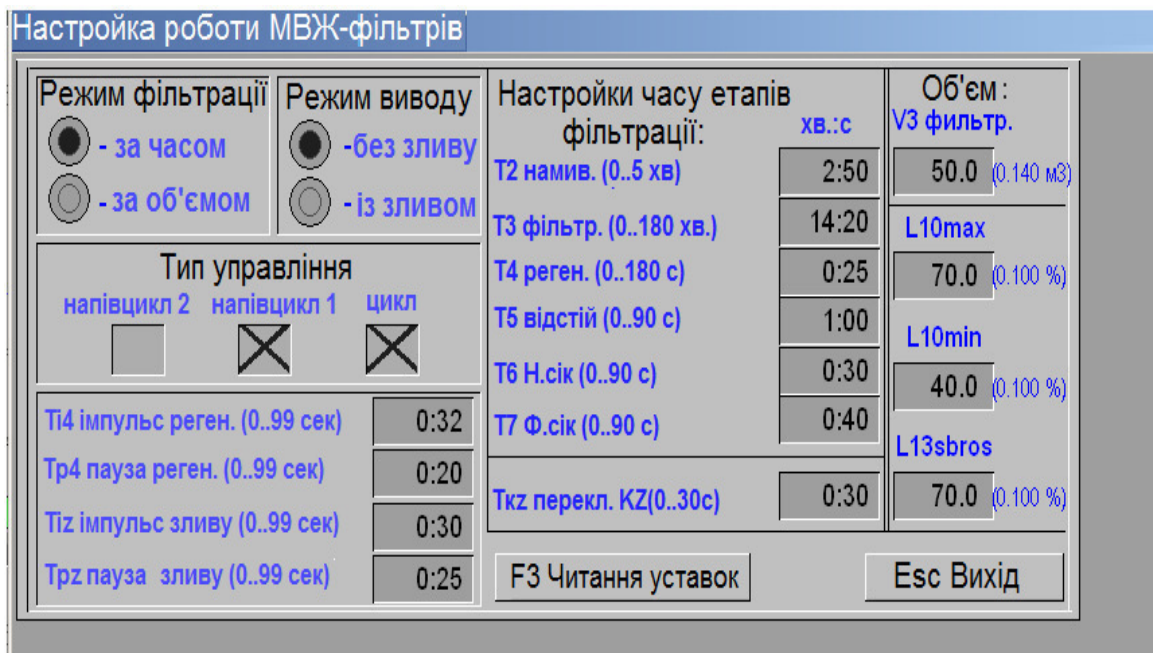


Рис.3.5. Дисплейна мнемосхема налаштувань роботи МВЖ фільтрів

3.3. Побудова структури інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

Важливою задачею комп'ютеризації технологічних процесів є впровадження комп'ютерних інформаційних систем (у тому числі аналітичних систем підтримки прийняття рішень – СППР). Відсутність інформаційних систем широкого профілю призводить до неможливості застосування будь-яких інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Таким чином, актуальною задачею є створення єдиної інформаційної системи із самою широкою аналітичною підтримкою діяльності користувачів. Це означає, що необхідно створювати єдину базу знань і даних (БЗД) з уніфікованим форматом представлення даних, проектувати і створювати програмні реалізації інтерфейсів для роботи з БЗД, а також комп'ютерну систему підтримки прийняття рішень (СППР), що використовує інформацію з цієї бази знань і даних. При такому підході автоматично створюються умови для отримання інформації у стандартизованому представленні, що надає можливість застосовувати належну аналітичну обробку.

Отже, виникають передумови для впровадження у технологічну діяльність підприємства формалізованих систем підтримки прийняття рішень (наприклад, таких, що використовують алгоритми розв'язання оптимізаційних задач, прогнозування, планування, аналізу тощо). Накопичені дані і алгоритмічні процедури можуть стати основою для бази знань потужнішої інтелектуальної системи – експертної системи з широким колом поставлених задач.

Таким чином, повноцінна комп'ютеризація діяльності підприємства, в тому числі і технологічного процесу (незалежно від типу системи, що проектується), спирається на ядро інформаційної системи у вигляді бази знань і даних і відповідних чисельних процедур для обробки даних з метою моделювання і прогнозування відповідних технологічних процесів.

Структурна експертної системи підтримки прийняття рішень наведена на рис. 3.6.

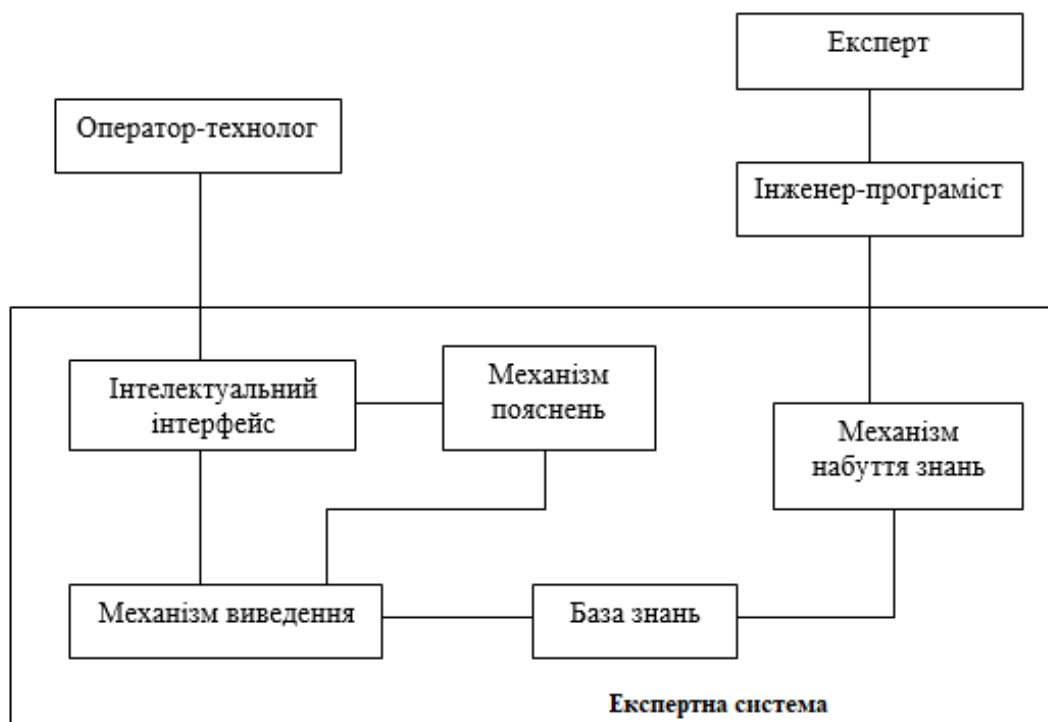


Рис. 3.6. Структура експертної системи

Центральним компонентом експертної системи є база знань, яка виступає по відношенню до інших компонентів як змістовна підсистема, складова основну цінність.

База знань - це сукупність одиниць знань, які представляють собою формалізоване за допомогою деякого методу подання знань відображення об'єктів проблемної області та їх взаємозв'язків, дій над об'єктами і, можливо, невизначеностей, з якими ці дії здійснюються.

В якості методів представлення знань найчастіше використовуються або правила, які об'єкти (фрейми), або їх комбінація.

Інтелектуальний інтерфейс. Обмін даними між кінцевим користувачем і ЕС виконує програма інтелектуального інтерфейсу, яка сприймає повідомлення користувача і перетворює їх в форму подання бази знань і, навпаки, переводить внутрішнє уявлення результату обробки у формат користувача і видає повідомлення на необхідний носій.

Найважливішим вимогою до організації діалогу користувача з ЕС є природність, яка не означає буквально формулювання потреб користувача пропозиціями природної мови, хоча це і не виключається в ряді випадків.

Важливо, щоб послідовність розв'язання задачі була гнучкою, відповідала уявленням користувача і велася в професійних термінах.

Механізм виведення. Цей програмний інструментарій отримує від інтелектуального інтерфейсу перетворений у внутрішнє представлення запит, формує з бази знань конкретний алгоритм вирішення задачі, виконує алгоритм, а отриманий результат надається інтелектуальному інтерфейсу для видачі відповіді на запит користувача. В основі застосування будь-якого механізму виведення лежить процес знаходження відповідно до поставленої мети і описом конкретної ситуації (вихідних даних), що відносяться до вирішення одиниць знань (правил, об'єктів, прецедентів тощо) і зв'язування їх при необхідності в ланцюжок міркувань, що приводить до певного результату.

Механізм пояснень. В процесі або за результатами рішення задачі користувач може запросити пояснення або обґрунтування ходу рішення. З цією метою ЕС повинна надати відповідний механізм пояснення.

Пояснювальні здатності ЕС визначаються можливістю механізму виведення запам'ятовувати шлях вирішення завдання. Тоді на питання користувача "Як?" і чому?" отримано рішення або запитані ті чи інші дані, і система завжди може видати ланцюжок міркувань до необхідної контрольної точки, супроводжуючи видачу пояснення заздалегідь підготовленими коментарями. У разі відсутності рішення задач пояснення повинен видаватися користувачеві автоматично.

Корисно мати можливість і гіпотетичного пояснення рішення задачі, коли система відповідає на питання, що буде в тому чи іншому випадку. Однак не завжди користувача цікавить повне виведення рішення, що містить безліч непотрібних деталей. В цьому випадку система повинна вміти вибирати з ланцюжка тільки ключові моменти з урахуванням їх важливості і рівня знань користувача. Для цього в базі знань необхідно підтримувати модель знань і намірів користувача.

Якщо ж користувачеві все ще не зрозумілий отриману відповідь, то система повинна бути здатна в діалозі на основі підтримуваної моделі проблемних знань навчати користувача тим чи іншим фрагментам знань, тобто розкривати більш докладно окремі поняття і залежності, якщо навіть ці деталі безпосередньо у висновку не використовувалися.

Механізм набуття знань. База знань відображає знання експертів (фахівців) у цій проблемній області про дії в різних ситуаціях або процесах рішення характерних завдань. Виявленням подібних знань і подальшим їх поданням до бази знань займаються фахівці, інженери-програмісти. Для введення знань в базу і їх подальшого оновлення ЕС повинна володіти механізмом придбання знань. У найпростішому випадку використовується інтелектуальний редактор, який дозволяє вводити одиниці знань в базу і проводити їх синтаксичний і семантичний контроль, наприклад, на несуперечливість. У більш складних випадках інженер-програміст повинен залучати знання шляхом спеціальних сценаріїв інтерв'ювання експертів, або з

введенням прикладів реальних ситуацій, як у випадку індуктивного виводу, або з текстів, або з досвіду роботи самої інтелектуальної системи.

Отже, експертна система - це система штучного інтелекту, побудована на основі глибоких спеціальних знань про деяку предметну область (отриманих від експертів-фахівців цієї області). Експертні системи - один з небагатьох видів систем штучного інтелекту, які набули широкого поширення і знайшли практичне застосування.

Технологія експертних систем є одним з напрямків нової галузі дослідження, яка отримала найменування штучного інтелекту (Artificial Intelligence - AI). Дослідження в цій області сконцентровані на розробці і впровадженні комп'ютерних програм, здатних емулювати (імітувати, відтворювати) ті області діяльності людини, які вимагають мислення, певної майстерності і накопиченого досвіду.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи відповідно до поставленої мети були отримані наступні результати:

– проведений аналіз технологічного процесу фільтрації потоків сокоочистки, проаналізовано існуючі системи автоматизації;

– проаналізовано інформаційне забезпечення, що обумовлює можливість використання інтелектуальних систем, схем систем інтелектуального аналізу даних;

– розробити підсистему управління процесом фільтрації потоків сокоочистки цукрового заводу на базі контролера M340 від фірми Schneider Electric, описано функції що інтелектуалізуються;

– розроблено діаграми варіантів використання Use case diagram методу формування керувальних дій та оцінки форми залучення особи, що приймає рішення;

– розроблено діаграму вимог Requirements diagram режимати роботи фільтраційного устаткування;

– розроблено діаграму послідовності Sequence diagram створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень;

– розроблена мнемосхема процесу фільтрації дифузійного соку для фільтрів МВЖ з використанням SCADA-програми Vijeo Citect;

– побудовано структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

Список використаної літератури

1. Луцька Н.М. Сучасні технології проектування інтелектуальних систем керування [Електронний ресурс] конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньо-професійної програми «Інтелектуальні комп'ютерні системи керування» денної та заочної форм навчання / Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк К.: НУХТ, 2019. – 117 с.
2. Ицкович Э.Л. Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей / Э.Л. Ицкович. – М.: КРАСАНД, 2013. – 232 с.
3. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Інтелектуальні комп'ютерні системи керування» денної та заочної форм навчання / Уклад.: А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, Я.В. Смітюх, В.Д. Кишенько.[Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 70 с.
4. Проектування систем автоматизації галузі [Електронний ресурс]: Метод. рекомендації до викон. курс. проекту для студ. освітнього ступеня «магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціалізації «Інтелектуальні комп'ютерні системи керування» ден. форм навч. / уклад.: Трегуб В.Г., Луцька Н.М., А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2017. – 48 с.
5. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров. – СПб.: ДЕАН, 2006. –552 с.
6. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров. – СПб.: ДЕАН, 2009. – 944 с.
7. Про КРІ та ОЕЕ. Загальні розрахунки згідно ISO 22400-2. URL: <http://www.slideshare.net/pupenasan/kpi-oee>.

8. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Ліра-К, 2011. – 552 с.
9. Пупена О.М. [Електронний ресурс]: Автоматизовані системи управління виробництвом (MES-рівень): курс лекцій для студ. освіт. ст. "магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціалізації "Інтегровані автоматизовані системи управління " денної та заочної форм навчання / О.М. Пупена, Р.М. Міркевич. – К.: НУХТ, 2016. – 135 с.
10. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: [підручник] / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2016. – 136 с.
11. Фёдоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие / Ю.Н. Фёдоров. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
12. A Practical Guide to SysML. The Systems Modeling Language. 2-d ed/ /Sanford Friedenthal, Alan Moore, Rick Steiner, Elsevier Inc. 2012.
13. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Б90 Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
14. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
15. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
16. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
17. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
18. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.