

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: Розроблення системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи КА-41

спеціальності

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Борак О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Шкодзінський О.К.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Стухляк П.Д.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Козбур І.Р.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: Розроблення системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку

Робота складається з пояснювальної записки обсягом сторінок.

У кваліфікаційної роботи здійснюється автоматизація лінії по очистці бурякоцукрового соку. Розроблена система контролю технологічних параметрів лінії очистки бурякоцукрового соку із використанням програмованого логічного контролера, який має здатність сумісно працювати з пристроями контролю суміжних відділень, та сучасного вимірювального обладнання та виконавчих механізмів.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Основна інформація про цукор	7
1.2 Джерела походження цукру	8
1.3 Виробництво цукру та його супутні продукти	10
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	12
2.1 Опис процесу виготовлення цукру	12
2.2 Аналіз ефективності екстракції цукру відносно сировини	13
2.3 Енергетична перспектива бурякоцукрової промисловості	14
2.4 Вибір та обґрунтування технологічної схеми виробництва	16
2.5 Системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку	20
2.5.1 Особливості об'єктів автоматизації цукрової промисловості	20
2.5.2 Розроблення системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку	22
2.5.3 Проектування АСУ ТП очищення бурякового соку	25
2.5.4 Вибір та опис програмованого логічного контролера	31
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	37
3.1 Програмування контролера VIPA 300S SPEED7	37
3.2 Встановлення модулів розширення контролера VIPA 300S	39
3.3 Конфігурація Ethernet-інтерфейсу ПЛК	40
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	43
4.1 Аналіз імовірних аварій на цукровому заводі	43
4.2 Вибір технічних засобів запобігання техногенних аварій на цукровому заводі	45
Висновки	49
Перелік посилань	50

ВСТУП

Цукровий буряк є однією з основних світових цукрових культур, який має величезне значення для виконання вимоги ринку щодо дефіциту цукру.

Розвинені країни знайшли альтернативні культури, ніж цукрова тростина, а також вирощували з неї цукор, щоб задовольнити суспільні потреби а також за рахунок експорту здійснити надходження в економіку країни. Цукровий буряк також є одним з кращих виборів для виробництва цукру, оскільки містить достатню кількість сахарози (16-20%) більше, ніж в цукровій тростині. На додаток до передбачуваного продукту, сахароза цукрового буряка дає такі продукти, як жом і патока, яка відіграє життєво важливу роль у заповненні енергетичного розриву, особливо як чудовий альтернативний ресурс зеленої енергії. У пошуках стійкості та економічної ефективності, повне використання врожаю необхідне для отримання максимальної кількості продукту, рентабельної роботи заводу. Окрім отримання цукру та виробництва енергії (біопаливо) цукрові буряки також можуть забезпечити багато додаткових продуктів із доданою вартістю, як ось продукти харчування для людей, пластик, корм для тварин, карбонізований матеріал, що використовується для очищення стічних вод як екологічно чистий спосіб, та у фармацевтиці. Цукровий буряк є перспективною культурою для виробництва цукру та біопалива регенерації (етанол) і веде до того, що найближчим часом дослідники зосереджують увагу на тематичній області дослідження.

Останніми роками українська цукрова промисловість перебуває в глибокому занепаді. Виробники цукрових буряків не можуть змінити ситуацію на краще, оскільки їм хронічно бракує грошей для впровадження нових агротехнологій. Внаслідок цього щороку зменшуються відведені під буряки площі.

Як результат, заводам бракує сировини для переробки. Наявні потужності підприємств цукрової промисловості дозволяють переробляти близько 45 млн.т буряків та продукувати 5,5 млн. т. цукру на рік, що приблизно утричі більше, ніж може поглинути внутрішній ринок України. А ще ж близько 50

цукропереробних заводів мають додаткові потужності для переробки цукру-сирцю.

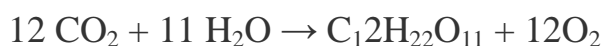
Збільшилися втрати цукру, і водночас зросла собівартість його виробництва. Більшість вітчизняних цукроварень стали до ладу в другій половині минулого століття: 58 заводів збудовано до 1860 року, 66 - впродовж 1861-1900 рр., 24 - між 1901 та 1941 рр. І лише 46 - відносно нові (введені в експлуатацію між 1941 та 1995 роками). Обладнання на більшості з них морально застаріле, на 55-60% - фізично зношене. Але заводи не мають фінансів, аби замінити його.

Цукрові буряки містять 13-20% сахарози, що є максимальним вмістом сахарози серед уже відомих альтернативних ресурсів цукру. Жом із цукрових буряків із високим вмістом клітковини використовується для виробництва біопалива. На додаток із жому і патоки отримують побічні продукти переробки, які широко використовуються як кормові добавки для кормів для худоби, виробництва енергії, виробництва біопалива, екологічних та фармацевтичних ресурсів. Цукрові буряки пристосувалися до дуже широкого діапазону кліматичних умов і різних типів ґрунтів. Вирощування та адаптація цукрових буряків сприяє розвитку не лише цукрової промисловості, а й підтримки всього суспільства в районі; створення робочих місць, забезпечення корисним кормом для тварин, створенні відновлюваних джерел енергії та високої загальної продуктивності. Загалом цукровий буряк є високоефективним матеріалом номер один для цукрової промисловості, ніж інші види сировини. Вирощування та переробка цукрових буряків в Україні є кроком національного економічного розвитку в багатьох напрямках.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Основна інформація про цукор

Цукор є одним із найпопулярніших продуктів на міжнародному ринку. Цукор - це вуглевод, який природним чином міститься в більшості фруктів і овочів. Він є основним продуктом фотосинтезу рослин – перетворення енергії світла в продукт [1]. Реакція фотосинтезу в рослинах:



Сахароза міститься у більшій кількості в цукровій тростині та цукрових буряках, з яких її відокремлюють і використовують як підсолоджувач у побуті, а також використовують в якості промислової сировини для виробництва промислових хімічних речовин (етанол, ацетон та ін.). Цукром вважають клас солодких присмакових речовин, які використовуються в якості харчових добавок у харчовій промисловості. Як природна речовина цукор є життєво важливим інгредієнтом щоденного раціону людини. Усі цукри з будь-яких джерел, які майже повністю використовуються в їжу під час нашої дієти. Цукор в основному відноситься до сахарози і в певній мірі називається глюкозою і фруктозою [2].

Цукор - це речовина, потреба в якій не зменшується. Цукор широко застосовується не тільки для харчування людини, а також для хімічних і біохімічних перетворень, стає іншими корисними продуктами. Він також забезпечує значну частину загального енергетичного доходу, а також широко використовується в харчових продуктах, вироблених у харчовій промисловості або в робочих приміщеннях для домашнього споживання для виконання функції цукру як підсолоджувача, ароматизатора, для покращення збереження середовища, для збільшення харчових продуктів, об'єму і поліпшення текстури харчового субстрату для бродіння. Лише 5% цукру використовується для виробництва нехарчових продуктів при перетвореннях сахарози, які біологічно розкладаються і не є токсичними. Можливості виробництва, що виходить із ферментації сахарози в біоетанол з використанням як палива або добавок до

палива та класичних продуктів бродіння, таких як спрайт, дріжджі, оцет та амінокислоти [3]. Цукор поділяли на тростинний та буряковий, щоб включити унікальні характеристики при виробництві тростинного та бурякового цукру. Виробництво цукру з буряка є набагато ефективнішим ніж тростинного. Виробництво тростинного цукру замінюється на буряковий цукор у бурякоцукроутворювальних районах і дозволяється нарощувати їх виробничі потужності. Буряковий цукор і тростинний мають поріднені характеристики, але процеси виробництва абсолютно різні. Виробництво, транспортування, переробка та доставка буряків та тростини розділені в моделі. Імпортований цукор-сирець рафінується на вітчизняних цукрових заводах, а цукор-рафінад надходить до споживання [4].

1.2 Джерела походження цукру

Майже три тисячі назад люди почали використовувати для приготування солодоців їжу з цукру (сахарози). До XVIII ст. цукор виготовляли тільки з цукрової тростини, що збиралася в тропіках і субтропічних регіонах, а згодом доставлялася по всьому світу [5]. У 1880 році німецький хімік Андреас Маргграф витягнув цукор з буряків. Після цього цукровий буряк змінив цукрову тростину як основне джерело цукру в континентальній Європі [6]. На початках цукровий буряк використовувався в якості корму для тварин, а згодом було виявлено, що цукор із буряків був точно таким же, як тростинний цукор [7]. Зазвичай цукор у багатьох країнах у великих масштабах отримують з двох рослин: цукрова тростина і цукровий буряк. Обидві рослини конкурують і адаптуються до різних погодних умов.

Інші джерела виробництва сахарози можуть включати фініковий цукор, який отримують з солодких м'ясистих плодів фінікової пальми (Ірак), які утримують до 81% сахарози в твердих речовинах, пальмовий цукор походить з пальм Пальміра, сага або пальма Тодді, кокос і ніпапальма, кленовий цукор отримують з клена (*Acer saccharum*), що зустрічається виключно в Північній

Америці (США та Канада) та Японії. Це джерело цукру охоплює дуже низьку кількість цукру, що становить близько 5% сахарози, невелику кількість рафінози та кількох інших олігосахаридів невідомої структури. Він продається у вигляді кленового сиропу, або у вигляді кленового цукру. Їхніми основними складовими елементами є ароматичні речовини. Сироп містить також різні кислоти (лимонну, яблучну, гліколеву, фумарову та бурштину). Широкий асортимент цукру у світі виробляють із цукрової тростини, пальми, кокосу, буряків та тростини.

Цукровий буряк вважається культурою помірною регіону, але завдяки новим стійким сортам він став потенційною товарною культурою для тропіків і субтропіків. Цукри присутні в цукровому буряку в достатній концентрації для ефективного вилучення цукру. Цукрові буряки дуже толерантні до різних кліматичних умов і ґрунтів і можуть вирощуватися на закинутих ділянках. Програми селекції рослин вибирали за поживністю, вмістом цукру, урожайністю та стійкістю до хвороб/шкідників [10]. Цукровий буряк є коренеплодом і культивується в більш прохолодних кліматичних умовах. Цукор із буряків екстрагується у водяному розчині шляхом вилуговування, кип'ятіння або пресування, кристалізується в процесі википання вмісту води. Сахароза є параметром, який переважно перевіряють у харчових лабораторіях.

Цукровий буряк — це технічна культура, яку вирощують у комерційних цілях як гібрид, з сахарозою, очищеною з коренів, як рослинним компонентом, що представляє інтерес. Крім того, цілий буряк з попутними продуктами зелені, патокою та залишками жому можна використовувати як корм для тварин або сировину для виробництва спирту.

1.3 Виробництво цукру та його супутні продукти

Цукор (сахароза) екстрагується з буряків за допомогою гарячої води в багатоетапному процесі, який включає екстрагування сиропу, а потім концентрування з подальшим циклічним промиванням і, нарешті, висушуванням цукру. Виробництво цукру із буряків включає різні типи технологічних етапів для отримання кристалів цукру та виділення з його відходів і побічних продуктів. Як правило, стандартні цукрові буряки містять 16-20% цукру за масою. Щоб отримати цукор із максимальною продуктивністю, буряк нарізають подовженими скибочками (косетками). У дифузори їх заливають гарячою водою і дифундують сахарозу з клітин буряка. Некристалізований сироп під назвою бурякова патока складається на 50% з маси цукру. Зазвичай його ферментують в спирт. Залишки патоки багаті азотом і використовуються як корм для тварин або як добриво. Решта бурякового жому пресують і зневоднюють, та зазвичай згодують тваринам. Жом із цукрових буряків містить також значну частку полісахаридів клітинної стінки, включаючи пектин і харчові волокна. Використання супутніх продуктів зменшує кількість відходів і підвищує продуктивність.

Жом цукрових буряків має ряд переваг для побутової та промислової діяльності, включаючи корм для тварин, виробництва волокнистої продукції (целюлоза, папір), виробництва вугілля активованого, який використовується для обробки екологічних відходів та виробництва палива (біоетанол). Залишкова целюлоза може бути використана як високоякісна ферментаційна сировина, як інгібітори. Відходи промислової переробки жому були ідентифіковані виробниками, як вміст сухої речовини 23% вага/мас після екстракції цукру, і в основному перетворюються на низькоцінний корм для тварин, щоб заслужувати значних витрат на сушіння та транспортування. SBP містить багато вуглеводів. (біля 80% мас./ваги) переважно складається з глюкози (26% від загальної маси) у формі целюлози разом з арабінозою (23%) і галактуроновою кислотою (15%) у вигляді пектину цукрових буряків. На

відміну від багатьох відходів лігноцелюлозних матеріалів, які містять дуже мало лігніну (біля 1-2%), що робить їх відносно легкими в обробці та м'якими умовами, за яких проводять екстракцію сахарози (60°C, 75 мас.% води) і роблять жом потенційною сировиною для оцукрювання та подальшого перетворення цукрів у продукти з доданою вартістю.

Меляса - некрystalізований сироп, що утворюється з понад 50% від маси цукру при переробці цукрових буряків. Меляса використовується як сировина для виробництва спирту шляхом бродіння. Меляса відноситься до кінцевого побічного продукту, отриманого при отриманні сахарози з цукрових буряків. Бурякова патока є також вторинним продуктом при виробництві цукру з буряків і містить не менше 48% цукрів [3].

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Опис процесу виготовлення цукру

Бурякозбиральне обладнання та методи транспортування добре налагоджені, а доставка цукрових буряків на завод відбувається за існуючими процесами виробництва цукру.

Попередня обробка: Початковими операціями є промивання та нарізка цукрових буряків на шматочки. Екстракція: цукрів екстрагується протитечею з бурякових козеток для отримання сирого соку та бурякового жому. Сирий сік термічно нестабільний при температурі вище 85°C. Буряковий жом можна використовувати для корму великої рогатої худоби або модифікувати для отримання волокон для харчових продуктів.

Очищення бурякового соку Beet Juice Purification: для очищення соку використовується лаймове молоко і CO₂. Для виробництва CaO і CO₂ використовуються кокс і вапняк. Використання вапна за звичайним процесом становить близько 2% буряка. Класичне очищення соку складається з вапнування, карбонізації, виділення осаду та сульфатації. Однак цей процес видаляє з цукрового соку лише частину нецукрів (білки, пектини, неорганічні солі та барвники).

Концентрація бурякового соку: шляхом багатоефектного випарювання рідкого соку з вмістом сухої речовини 14-16% концентрується в густий сік з 60-75% сухої речовини.

Кристалізація: Подальше випаровування води призводить до кристалізації та росту кристалів. Кристали цукру відокремлюють від сиропу центрифугуванням. Меляса є вторинним продуктом, з якого подальша кристалізація неможлива. Спершу буде описано виділення бурякового цукру, оскільки процеси, що використовуються при підготовці матеріалу та поділі цукру, розроблені для досконалості. Процес виробництва цукру із буряків наведено на рисунку 2.1.

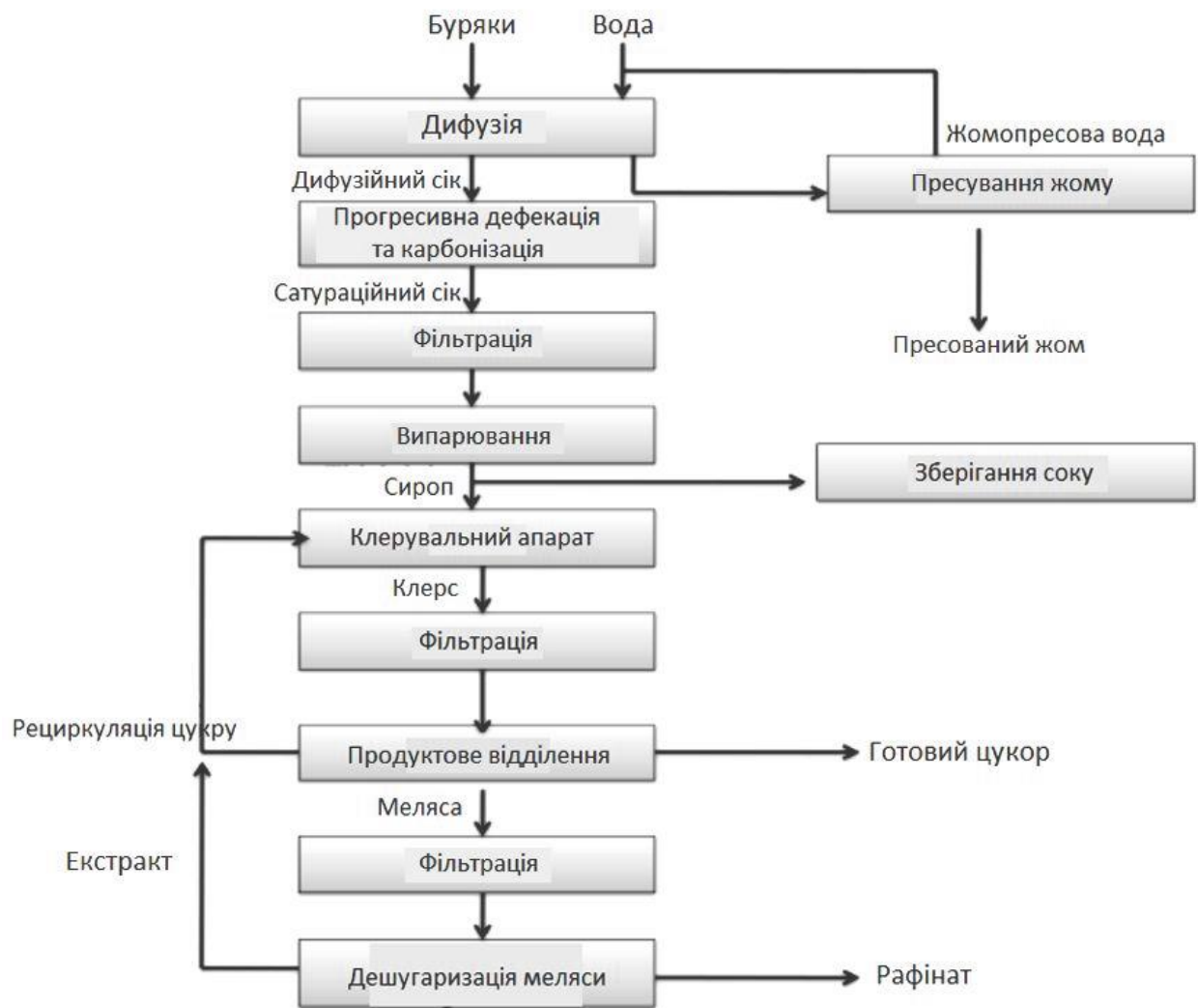


Рисунок 2.1- Процес виробництва цукру

2.2 Аналіз ефективності екстракції цукру відносно сировини

Незалежно від того, які ресурси використовуються для виробництва цукру, сахароза формується в рослинних продуктах природним шляхом фотосинтезу, і єдиною діяльністю, яку слід виконувати на цукровому заводі, є екстракція цукрів. Обробка цукрової тростини висока через переробку та рафінацію продукту та вироблення побічних продуктів, але у випадку цукрових буряків максимальну екстракцію цукру можна досягти без подальшої обробки. Процес відокремлення цукру тростини відбувається на цукрових заводах і цукрових рафінадних заводах. Переробка бурякового цукру подібна до

переробки тростинного цукру, але виконується одним безперервним процесом без стадії цукру-сирцю. Порівняння переробки бурякового цукру з рафінуванням тростини показано на рисунку 2.3 [1]. Буряковий цукор і тростинний цукор практично мають однакові характеристики, але процеси виробництва абсолютно різні.

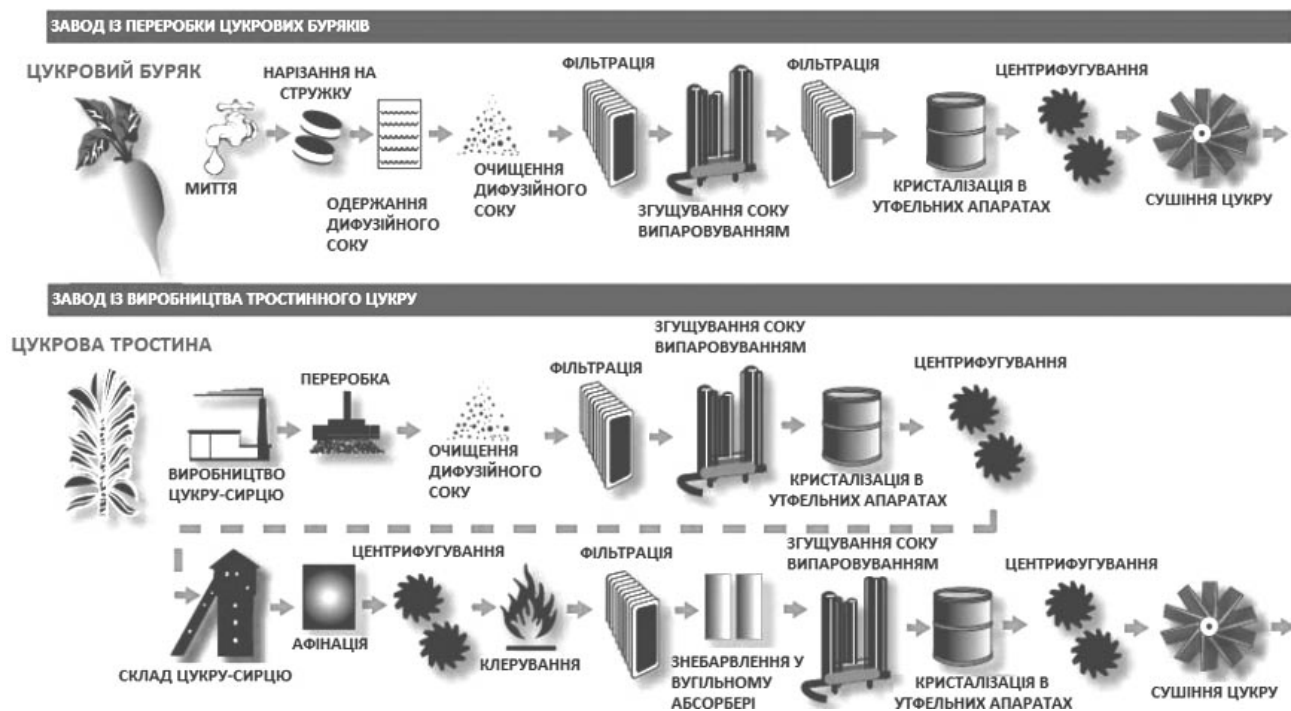


Рисунок 2.2 – Порівняння процесів виготовлення цукру

2.3 Енергетична перспектива бурякоцукрової промисловості

Однією з відмінностей між бурякоцукровою промисловістю та її аналогом із тростинного цукру є споживання енергії та енергії виробництва побічних продуктів. Бурякоцукрова промисловість працює максимально 90 днів у році. Виробництво тростинного цукру триває довше. Після виготовлення цукру-сирцю впродовж п'яти місяців відбувається процес рафінування, який може тривати ще кілька місяців. Витрати при виробництві бурякового цукру значно нижчі, ніж у тростинного цукру. Однак варто виділити додавання

вартості побічних продуктів бурякоцукрового виробництва, таких як патока, жом та тверді частки цукрових буряків, легко виділити.

Цукровий буряк містить у собі велику долю сахарози. Багато різноманітних мікробів легко ферментують її. Також сахароза є одним з найефективніших джерел етанолу; однак зберігання зібраного коренеплоду проблематичне. Біоетанол, отриманий із буряків, має менші викиди парникових газів у порівнянні з кукурудзою або тростини. Існують також інші біопаливо з ферментації (біометанол, біометан, біоводень та біобутанол), які мають більшу енергетичну щільність, ніж етанол. Після того, як сахароза витягнута, її можна безпосередньо ферментувати в етанол за допомогою будь-якої кількості традиційних або промислових методів. Навпаки, крохмалисті культури потребують додаткових етапів обробки для отримання ферментованих цукрів.

Досягнення в біоконверсії лігноцелюлози дозволять використовувати бадилля буряка та жому при створенні альтернативного пального. Наприклад, виробництво етанолу було продемонстровано за допомогою жому та змішаної ферментативної культури, цукри були перетворені за допомогою грибкових ферментів. Останнім часом етанол, можливо, керує технологією біопалива прямо зараз, але вивчається друге покоління біопалива і найкращим джерелом для кожного типу є буряк та його побічні продукти, виділені з рослин. У той чи інший спосіб продукти з доданою вартістю та побічні продукти цукрових буряків відіграють життєво важливу роль у сфері відновлюваної енергії. Субпродукти цукрових буряків на додану вартість узагальнено на наступній блок-схемі.

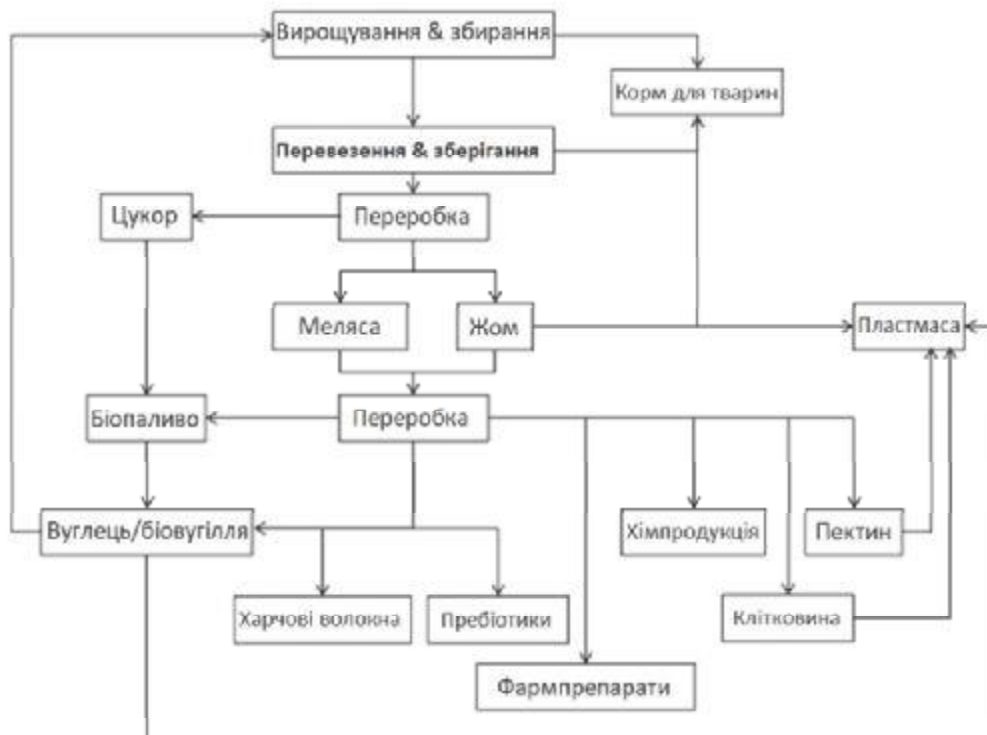


Рисунок.2.3 – Вторинні продукти при виготовленні бурякового цукру

2.4 Вибір та обґрунтування технологічної схеми виробництва

Цукровий буряк після надходження на завод із поля по гідравлічному конвеєру поступає до буряконасосів, піднімається на висоту до 28м і подальше його переміщення проходить за рахунок сили тяжіння. По довжині металевого конвеєра 1 (рис.2.5) послідовно встановленні соломовловлювачі 2, каменевловлювачі 4 і водовіддільники 5, які призначені для відділення легких і важких домішок, а також усунення води. Для інтенсифікації процесу вловлювання соломи в заглибину додається повітря. Після віддільників буряк потрапляє в мийку 6. Мийна машина призначена для кінцевої очистки буряка.

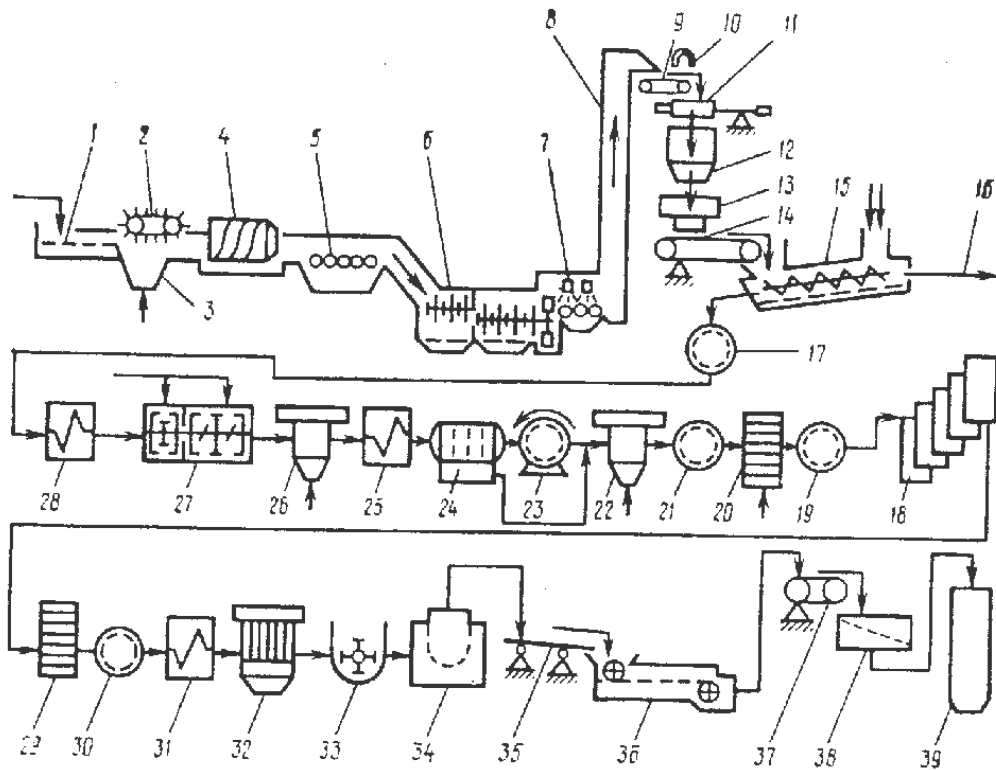


Рисунок 2.4— Машинно-апаратурна схема виробництва бурякового цукрового

У залежності від ступеня забруднення буряка та конструкції мийки, кількість вживання води для миття буряка в середньому складає 60...100% маси буряка. Із миючої машини в стічні води подають виловлені хвостики буряка, невеликі його кусочки і мілкі коренеплоди. Тому вода попередньо направляється на сепаратор для відділення твердих часток, які після обробки поступають на стрічковий конвеєр 14.

Пристроями 7 чистою водою цукровий буряк зрошується, згодом піднімається норією 8 і поступає на конвеєр 10, де електромагніт 9 відловлює металеві домішки, які випадково попали до буряка. Потім буряк зважується на вазі 11, далі з бункера 12 направляється до подрібнювальних машин 13, де формується стружка товщиною 0,5...1мм.

Бурякова стружка від подрібнювальних машин за допомогою стрічкових конвеєрів 14 на яких встановлена конвеєрна вага, подається в дифузійний пристрій 15.

Цукор, розчинений в клітковому соку буряка, виділяється з клітин дифузією методом протитечії, при якій стружка поступає в головну частину

агрегату рухається до хвостової частини, віддає цукор шляхом дифузії в воду, що рухається назустріч. З кінця агрегату виходить стружка з малим вмістом цукру, а вода, яка вже збагачена цукром, перетворюється в дифузійний сік. Із 1000 кг буряка одержують біля 110кг дифузійного соку. Отриманий жом транспортується конвеєром 16 у цех для подальшого пресування, висушування та брикетування.

Дифузійний сік проходить через фільтраційну установку 17, нагрівається в установці 28 і транспортується в апарат попередньої і основної defeкації 27. Тут він очищається завдяки протіканню процесів коагуляції та осадження ряду аніонів.

У подальшому сік подається в котел 26 першої сатурації, де він додатково очищується шляхом адсорбції розчинних нецукрів на поверхні частин мілкового осаду CaCO_3 . Мілкий осад з'являється при пропусканні діоксиду вуглецю через defeкований сік. Через нагрівач 25 сік першої сатурації подається у гравітаційний відстоювач 24, де сік розділяється на освітлену (80% всього соку) та згущену суспензію, яка в свою чергу поступає на вакуум-фільтри 23.

Фільтрований сік подається до апарата 22 другої сатурації, де з нього вилучається CaCO_3 .

Сік другої сатурації надходить на фільтраційну установку 21. Цукрові соки потрібно фільтрувати декілька разів. Можуть використовуватися різні схеми процесу фільтрування й обладнання.

Після фільтрації в фільтрі 21 сік подається в котел 20, в якому здійснюється сульфатія, мета якої - зменшення забарвленості соку обробкою діоксидом сірки, який отримується при спалюванні сірки.

Сульфатійний сік направляється на станцію 19 фільтрів, а потім транспортується через нагрівач у перший корпус 18 випарної станції. Випарні станції використовуються для згущення фільтрованого соку другої сатурації до концентрації, яка відповідатиме густому сиропу, Вміст сухих речовин в цьому збільшується з 14-16% до 65-70%. В останньому, свіжа пара поступає

тільки в перший корпус станції. Наступні корпуси випарної станції обігриваються парою, яка отримується з попереднього корпусу.

Отриманий густий сироп подається в сульфитатор²⁹, після цього на станцію 30 фільтрації. Фільтрований сироп нагрівається в нагрівачі 31, звідки поступає в апарати першого продукту 32. У вакуум-апаратах сироп стає перенасиченим, у вигляді кристалів формується цукор. У цьому стані сироп містить 7,5% води і біля 55% кристалізованого цукру.

Сироп утворюють в спеціальних вакуум-апаратах, що працюють періодично. Утфель першої кристалізації із вакуум-апаратів поступає в мішалку 33 далі в розподільні мішалки і центрифуги 34. В центрифугах під дією центробіжної сили кристали цукру відділяються від міжкристалічної рідини - зеленого відтоку. Чистота зеленого відтоку 75...78%. Щоб одержати на виході білий цукор його “відбілюють” - кристали вимивають гарячою водою. При цьому частина цукру розчиняється, а з центрифуги виходить білий відтік із збільшеною чистотою.

Головна маса зеленого відтоку подається в вакуум-апарати другої кристалізації, де одержується утфель другої кристалізації, який утримує біля 40% кристалів цукру. Утфель поступово охолоджується до температури 40⁰ С при перемішуванні в мішалках-кристалізаторах додатково викристалізовується ще певна маса цукру. Утфель другої кристалізації направляється в центрифугу, де відділяється меляса. Меляса у цукровому виробництві – це відхід, оскільки з неї не рентабельно одержувати цукор.

У подальшому етапі жовтий цукор рафінують зеленим відтоком, отриманий утфель направляють до розподільної мішалки та центрифуги, де цукор розчиняється. Згодом сік поступає в лінію виробництва.

Білий цукор, який видається центрифугами має температуру 70⁰ С і містить 0,5% вологи при “пробілюванні” парою чи 1,5% вологи при “пробілюванні” водою. Він попадає на вібраційний конвейер і подається до сушильно-охолоджувальної установки 36 (рис.2.4).

Після висушування цукор у вигляді піску поступає на ваговий стрічковий конвейєр 27 і транспортується на вібрисито 38. Товарний цукор-пісок поступає в силосні башти 39.

Сокоочисне відділення представлено на схемі рис. 2.5.

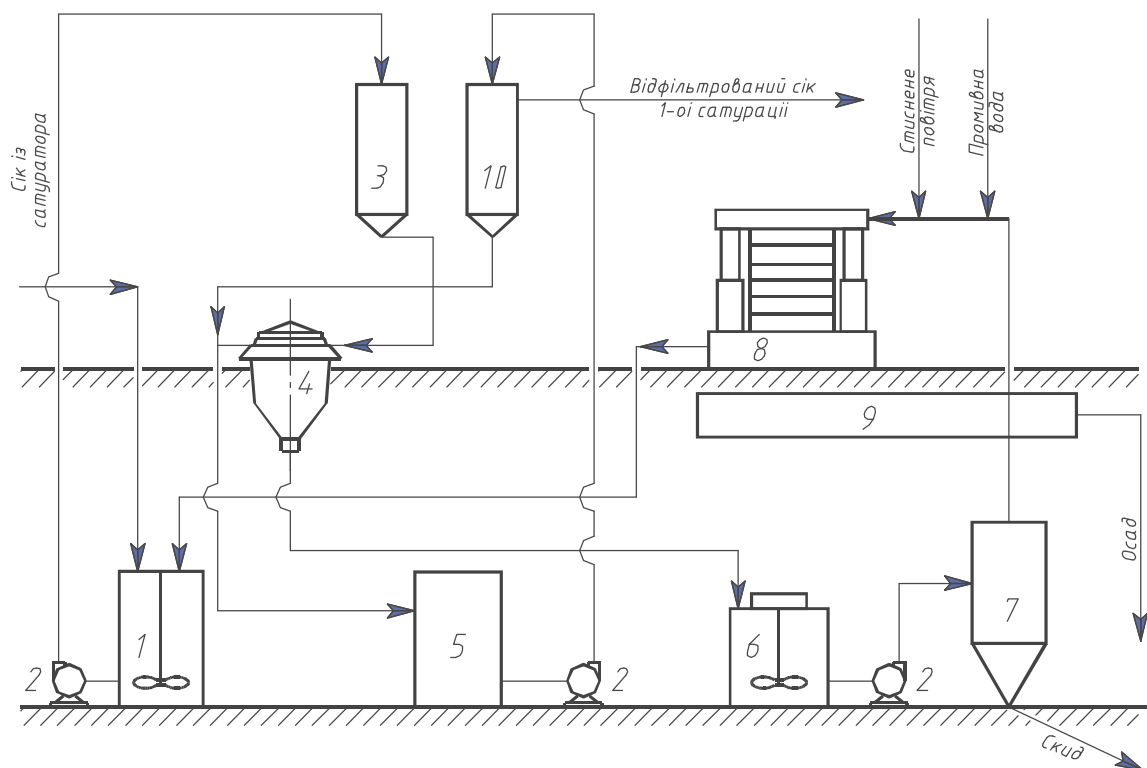


Рисунок 2.5 – Сокоочисне відділення:

1 - збірник соку першої сатурації; 2 - насос; 3 - збірник не фільтрованого соку; 4 - фільтри МВЖ60; 5, 10 - збірник фільтрованого соку; 6 - збірник згущуючого соку; 7 - гідроциклон; 8 - фільтр преси; 9 - конвеєр вивантаження осаду.

2.5 Системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку

2.5.1 Особливості об'єктів автоматизації цукрової промисловості

Автоматизація процесу виробництва цукру забезпечує високу продуктивність, рівномірну якість і високе використання рослин із мінімальними енергетичними затратами та незначним впливом на навколишнє середовище. Автоматизацію можна розділити на п'ять різних рівнів, необхідних виробникам цукру:

Рівень 0 – Локальний рівень містить польові пристрої (давачі потоку, температури, витрати) та кінцеві елементи керування (регулюючі клапани, дроселі, заслонки).

Рівень 1 – Пряме керування – це традиційний рівень інструментарію з PLC-системами та контролерами, а також повним контролем процесу.

Рівень 2 – Нагляд за заводом із використанням програм автоматизації процесів, які потребують високої обчислювальної потужності. Система бере дані з бібліотеки цукрів, яка використовується для розробки спеціальних програм і сценаріїв для використання в системі керування

Рівень 3 – Контроль виробництва не контролює безпосередньо процес, а контролює виробництво та цілі. Manufacturing Operations Management (MOM) використовується для координації виробництва на всіх підприємствах з метою зменшення затрат і збільшення врожайності й якості. Вони керуються за допомогою виконавчих виробничих систем, які здійснюють у режимі реального часу аналіз і контроль елементів виробничого процесу (персонал, обладнання, ресурси).

Рівень 4 - Планування виробництва охоплює системи планування ресурсів підприємства (ERP) і дозволяє підприємствам керувати подібними змінними на кількох географічно розподілених виробничих ділянках, а також автоматизувати багато функцій бек-офісу. ERP здійснює зворотній зв'язок даних на рівень 3, де вони потім перетворюються у виконавчу дію на рівні 2.

Бібліотека додатків для цукру може розблокувати дані, які впливають на кожен посаду в цукровій промисловості. Це повний, узгоджений і всеосяжний банк даних програмного забезпечення для всіх застосувань для переробки цукру. Кожен елемент бібліотеки є повноцінним функціональним блоком, готовими до використання та які можна адаптувати до конкретних потреб користувача або вимог процесу. Кожен із них пропонує цукровій промисловості специфічні переваги, які допомагають досягти цільових результатів і переваг. Наприклад, бібліотека допомагає виробникам підвищити ефективність роботи та звільнити робочу силу, щоб зосередитися на інших важливих видах діяльності заводу, зберігаючи при цьому якість продукції.

2.5.2 Розроблення системи автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку

Основною метою вдосконалення виробничих процесів є досягнення максимального виробничого ефекту, тобто збільшення продуктивності обладнання, підвищення якості продукції при мінімальних затратах праці, сировини та енергії. Для забезпечення ефективного контролю та керування технологічними процесами застосовуються автоматичні прилади контролю і пристрої, що дозволяють знизити частину ручної праці в керуванні машинами і апаратами.

До складу дільниці фільтрування бурякового соку входять (рис.2.6): 1 - збірник соку першої сатурації; 2 - насос; 3 - збірник не фільтрованого соку; 4 - фільтри МВЖ 60; 5. 10. - збірник фільтрованого соку; 6 - збірник згущуючого соку; 7 - гідроциклон; 8 - фільтр преси РКО 25; 9 - конвейер вивантаження осаду. Завдання на розробку схеми автоматизації подамо в таблиці 2.1.

Автоматична сигналізація і регулювання рівня соку в збірниках регулятором - сигналізатором рівня 2-3, 3-3, 7-3, 8-3 та 11-3 типу ЭРСУ-3, датчики яких 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 11-1 і 11-2 розміщені в резервуарах. Лампи HL4, HL5, HL8, HL9, HL13, HL14, HL15, HL16, HL17, 18 сигналізують про досягнення граничних рівнів соку. При досягненні верхнього граничного рівня запірними клапанами 2-4, 3-4, 7-4, 8-4 та 11-4 типу 22нж10п відбувається регулювання подачі соку в резервуар.

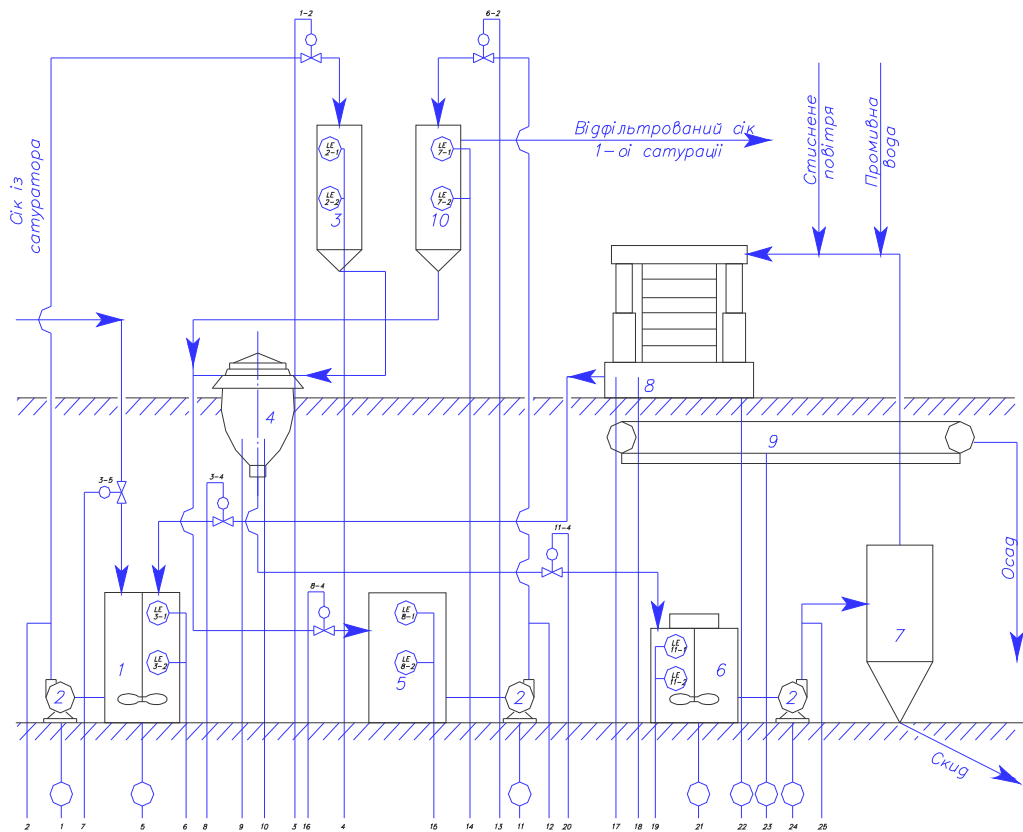


Рисунок 2.6 Функціональна схема автоматизації сокоочисного відділення

Робота насосів 2 контролюється показами мембранних манометрів 1-1, 6-1, 12-1, типу МП-4-V, при відхиленні загораються лампи HL3, HL12, HL27 на щиті керування. Витрата соку регулюється за допомогою запірних клапанів 1-2, 6-2 і 12-2 типу 22нж10п.

Тиск в робочих порожнинах фільтра і фільтр-преса контролюється за допомогою манометра типу МП-4-V. При недостатньому тиску датчиками 5-1 і 10-1 здійснюється блокування їх роботи.

Керування електродвигунами насосів, мішалок, транспортера і фільтр-преса проводиться по місцю кнопковими станціями SB1, SB3, SB5, SB7, SB9, SB11, SB13, з щита керування – SB2, SB4, SB6, SB8, SB10, SB12, SB14. Сигнальні лампочки HL1, HL2, HL6, HL7, HL10, HL11, HL19, HL20, HL21, HL22, HL23, HL24, HL25, HL26 сигналізують про роботу електродвигунів.

Прилади і технічні засоби, необхідні для забезпечення функціонування схеми автоматизації, подамо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Специфікація на прилади ФСА

№ позиції по ФСА	Параметр, середовище	Граничне значення параметра	Місце встановлення	Найменування і характеристика приладу	Тип, модель
1-1, 1-2	Тиск	0,4 МПа	Трубопровід соку	Манометр (вакуумметр, мановакуумметр) показуючий з пневматичним вихідним сигналом, показуючий, клас точності 1,5	МП-4-V
2-1, 2-2	Рівень не фільтрованого соку в збірнику	2 м	Збірник не фільтрованого соку	Регулятор-сигналізатор рівня	ЭРСУ-3
3-1, 3-2, 3-3, 3-4	Рівень соку I сатурації в збірнику	2 м	Збірник соку I сатурації	Регулятор-сигналізатор рівня	ЭРСУ-3
4-1, 5-1	Тиск	0,4 МПа	Фільтр	Манометр (вакуумметр, мановакуумметр) показуючий з пневматичним вихідним сигналом, показуючий, клас точності 1,5	МП-4-V
6-1, 6-2	Тиск	0,4 МПа	Трубопровід соку	Манометр (вакуумметр, мановакуумметр) показуючий з пневматичним вихідним сигналом, показуючий, клас точності 1,5	МП-4-V
7-1, 7-2	Рівень фільтрованого соку в збірнику 10	2 м	Збірник фільтрованого соку 10	Регулятор-сигналізатор рівня	ЭРСУ-3
8-1, 8-2	Рівень фільтрованого соку в збірнику 5	2 м	Збірник фільтрованого соку 5	Регулятор-сигналізатор рівня	ЭРСУ-3
9-1, 10-1	Тиск	0,4 МПа	Фільтр-прес	Манометр (вакуумметр, мановакуумметр) показуючий з пневматичним вихідним сигналом, показуючий, клас точності 1,5	МП-4-V
11-1, 11-2, 11-3, 11-4	Рівень згущеного соку в збірнику	2 м	Збірник згущеного соку	Регулятор-сигналізатор рівня	ЭРСУ-3
12-1, 12-2	Тиск	0,4 МПа	Трубопровід згущеного соку	Манометр (вакуумметр, мановакуумметр) показуючий з пневматичним вихідним сигналом, показуючий, клас точності 1,5	МП-4-V

Автоматизація ділянки згущення соку дозволяє збільшити продуктивність праці, об'єктивно обліковувати готову продукцію, за показниками блоків індикації вести контроль втрат на лінії, зменшити втрати та знизити собівартість продукції, контролювати ритмічність роботи обладнання лінії.

2.5.3 Проектування АСУ ТП очищення бурякового соку

Сокоочисне відділення є одним з перших у процесі виробництва цукру. Ритмічність роботи заводу в цілому залежить від його роботи, оскільки відділення визначає кількісні та якісні показники подальшого виробництва цукру.

Для станції сокоочистки дуже важливий технологічний режим, від якого залежить якість сиропу при виварюванні дифузійного соку. При підвищенні доброякісності очищеного соку можна отримати додатково 0,2...0,25% цукру від маси буряка, який надходить на переробку. Таким чином, підтримка технологічних параметрів у припустимих режимах має вирішальне значення в процесі усунення нецукрів і, відповідно, підвищенні ефективності виробництва цукру у цілому.

Для одержання високого ефекту очищення дифузійного соку необхідно виділити нецукри із соку, максимально використовувати адсорбційну властивість часток карбонату кальцію, швидко відокремлювати створений осад.

Типова технологічна схема процесу очищення, містить у собі такі стадії, як переддефекацію, основну холодо-гарячу дефекацію, сатурацію з наступною фільтрацією соку, дефекацію перед II сатурацією, II сатурацію з фільтрацією й сульфитацію.

Завдання контролю й керування

Автоматизована система керування станції сокоочистки виконує наступні завдання:

- максимальне видалення нецукрів із цукрового розчину;
- стабілізації витрат соку на першу й другу сатурації, залежно від витрати дифузійного соку на виробництво й з урахуванням рівнів у холодному дефекаторі й збірнику фільтрованого соку першої сатурації;
- регулювання співвідношень:

1. витрат циркуляційного соку 100й сатурації до витрати соку на виробництво,

2. загальної витрати вапняного молока до витрати соку на виробництво,
 3. витрати вапняного молока на 2-у сатурацію до витрати сатурованого соку,
- стабілізації рН соку на кінцевому щаблі переддефекації;
 - регулювання подачі газу в сатуратора 1А за розімкнутою схемою у зв'язку з неінформативністю значення рН із урахуванням витрати сатурованого соку;
 - стабілізації рН соків 1-ої і 2-ої сатурацій впливом на витрату сатураційного газу;
 - регулювання тисків сатураційного газу в колекторі й перед форсунками на 2-ій сатурації;
 - регулювання температур соку перед 1-ю і 2-ю сатураціями, а також перед фільтрацією соку 1-ї сатурації;
 - контролю рівнів у всіх збірниках відділення й буферних збірниках суміжних ділянок процесу;
 - контролю концентрації змісту CO₂ у сатураційному газі.

На станції сокоочистки система автоматизації виконує наступні **функції**:

- прийняття й наступна обробка сигналів від датчиків температури, тиску, рівня, витрати, концентрації, величини рН;
- реалізація робочих алгоритмів, алгоритмів аварійних ситуацій, подача керуючих сигналів на відповідні виконавчі механізми;
- необхідні блокування при керуванні устаткуванням;
- передача діагностуючої інформації, сигналів з датчиків і виконавчих механізмів на станцію оператора;
- централізований оперативний контроль у режимі реального часу та вивід інформації про хід технологічного процесу в графічній формі;
- попереджувальна й аварійна сигналізація про відхилення обмірюваних або розрахункових значень технологічних параметрів від припустимих меж;
- контроль уведення оператором завдань і установок з метою запобігання можливих помилок;

- приймання від оператора команд керування виконавчими механізмами в дистанційному режимі роботи із щита;
- формування й відображення архівної інформації про параметри технологічного процесу, стані технологічного устаткування й сигналах керування;
- архівування значень технологічних параметрів роботи устаткування, ведення протоколу порушень і технологічного журналу роботи системи й дій оператора.

Структура системи автоматизації

Система автоматизації проектувала як трьохрівнева ієрархічна система керування (рис.2.7):

- **нижній рівень:** давачі й виконавчі механізми;
- **середній рівень:** контролер, комутаційна апаратура, перетворювачі для двигунів постійного й змінного струму;
- **верхній рівень:** робоча станція оператора (АРМ оператора).

Для збільшення надійності системи було передбачене керування процесом за допомогою Scada-Системи або безпосередньо із щита оператора, окремо по кожному каналу регулювання.

Усі елементи системи розміщуються в промислових монтажних шафах, які складаються з передньої й задньої панелі. На передній панелі розміщуються елементи оперативного керування на видному і легкодоступному місці, у внутрішній частині розміщені перетворювачі, ПЛК, блоки живлення комутаційна апаратура.

При створенні системи автоматизації були використані датчики, виконавчі механізми й перетворювачі, які представляють собою серійні компоненти й мають уніфіковані сигнали. При їхньому виборі необхідно було враховувати підвищену вологість навколишнього середовища, а також в'язкість, агресивність і забруднення вимірюваного середовища (дифузійний сік, гашене вапно - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гази SO_2 і CO_2).

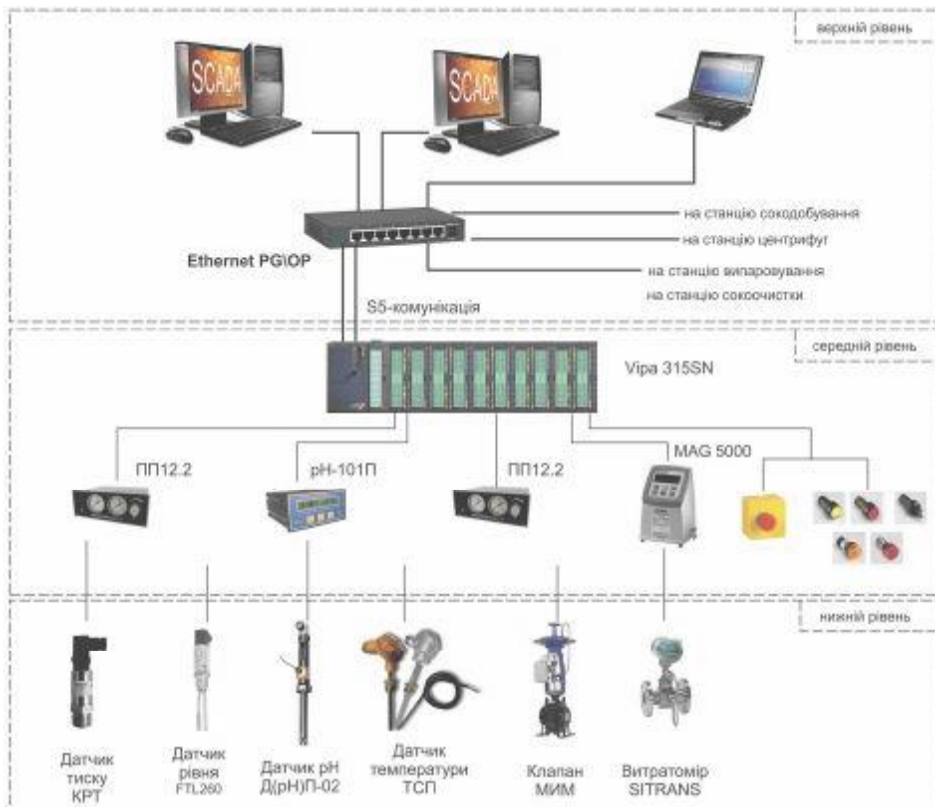


Рисунок 2.7 – Структурна схема АСУТП сокоочистки

Для виміру технологічних параметрів були використані:

- термометри опору ТСП100 (ТЕРА, Україна),
- датчики тиску Kobold (Німеччина),
- витратоміри Endress+Hauser і Siemens (Німеччина),
- рН метри й газоаналізатори.

У якості виконавчих механізмів були використані пневматичні механізми: МИП і ПСП.

При проектуванні системи була передбачена можливість переходу з автоматичного режиму на ручний і назад, причому перехід на автомат повинен був бути ненаголошеним. Можливість переходу реалізована за допомогою індикаторів і пневматичних панелей.

Для автоматичного керування всією системою використовується промисловий контролер фірми VIPA с процесором SPEED7.

Вибір цього контролера був обумовлений його високою продуктивністю й підтримкою відкритих інтерфейсів: Ethernet (одночасно два порти – активний і пасивний) і Profibus-dp. Останій, дає можливість підключати додаткові

апаратні засоби й полегшує інтеграцію окремих виробничих ділянок в інформаційну мережу підприємства.

У проекті перший Ethernet порт використовується для конфігурування, програмування, налагодження й діагностики контролера в режимі on-line, другий - для двох груп з'єднань:

- для зв'язку із програмою SCADA/HMI їм, що виконуються, на ПК,
- для зв'язку з контролером-партнером, через S 5-сумісні комунікації на транспортному протоколі TCP/IP.

При створенні системи автоматизації на станції сокоочистки пропонується встановлено 11 модулів розширення.

Інформаційна ємність системи:

- загальна кількість сигналів – 128;
- дискретних вхідних сигналів – 64;
- дискретних вихідних сигналів – 16;
- аналогових вхідних сигналів – 32;
- аналогових вихідних сигналів – 16.

Для зручності роботи операторів станцій, на базі програмного пакета Genesis32, розроблений людино-машинний інтерфейс, який дозволяє вести контроль над технологічним процесом, а також одночасно управляти вузлами й механізмами на всіх стадіях роботи.

На екрані монітора можна:

- контролювати всі технологічні параметри;
- проводити вибір технологічного режиму, за допомогою дисплейної мнемосхеми;
- відображати дані виробничої статистики й аналізу роботи;
- відображати аварійні повідомлення, використовуючи графічну діагностику.

Доступ до зміни технологічних параметрів виконується через паролі з різними рівнями пріоритетів.

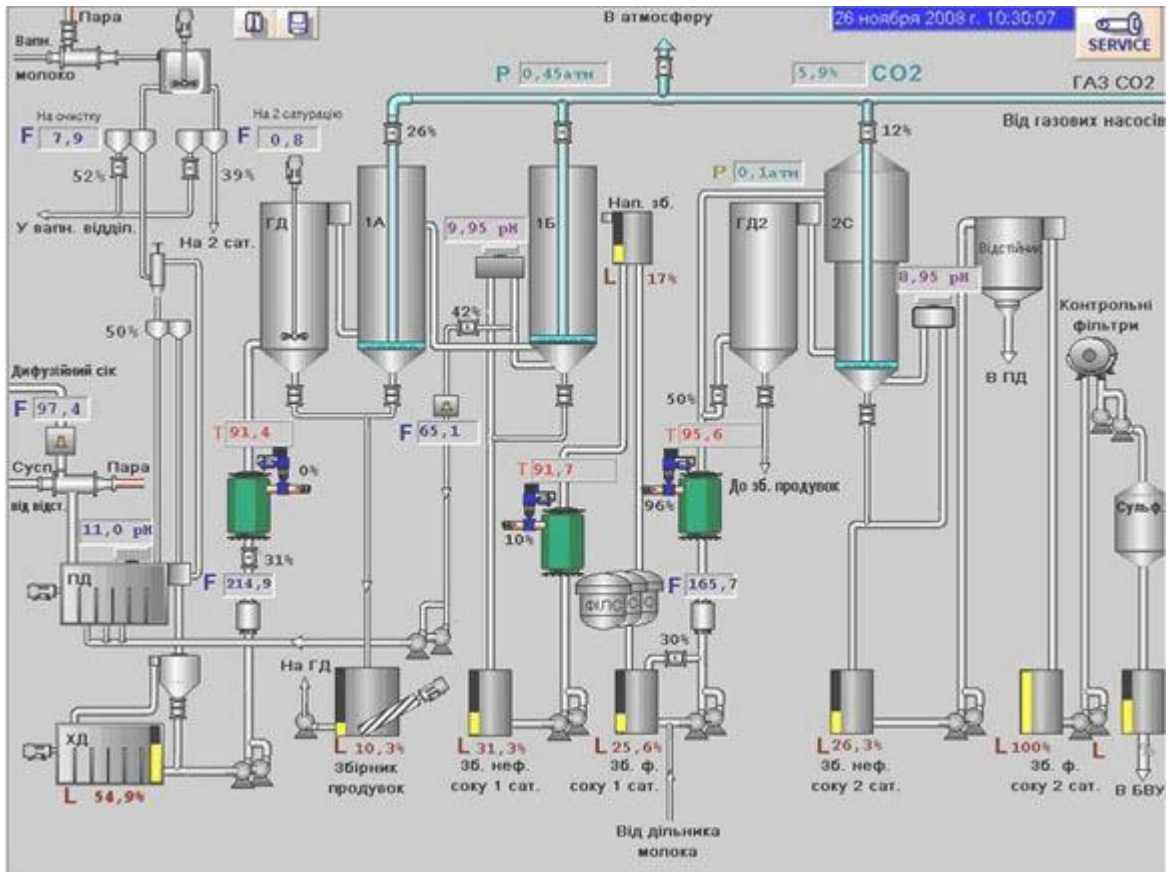


Рисунок 2.8 - Мнемосхема технологічного процесу очищення бурякового соку

При розробці людино-машинного інтерфейсу для автоматизованої системи дотримувалися наступних принципів:

- простоти: кожна картинка на дисплеї відображала модель фізичного процесу і його роботу, при цьому разом з важливими даними не виводилася непотрібна й надлишкова інформація,
- наочності: забезпечувався зв'язок між технічним процесом, його режимами роботи й оператором,
- послідовності: для відображення однакових, або аналогічних елементів системи застосовувалися однотипні позначення.

При цьому оператор може мати мінімальний досвід роботи з комп'ютером.

Спроектвана й реалізована система керування станції сокоочистки дозволяє:

- більш якісно робити очищення дифузійного соку;
- ефективно управляти гідродинамічним і температурним режимами;

- оптимізувати технологічний процес;
- забезпечити ритмічність подачі сокового потоку й погодити продуктивність відділень із продуктивністю суміжних відділень;
- підвищити надійність системи, зменшений людський фактор;
- інтегрувати систему керування процесом сокоочистки в єдину інформаційну мережу підприємства;
- здійснювати зручне керування процесом і робити наступний аналіз роботи станції.

При введенні в експлуатацію системи автоматизації економічний ефект досягається за рахунок:

- підвищення якості очищення соку та його фільтрованості;
- скорочення втрат цукру на ділянці очищення й наступних ділянках виробництва;
- зниження витрати енергії, вапна, сатураційного газу, пари.

2.5.4 Вибір та опис програмованого логічного контролера

Для автоматичного керування системою використаний контролер фірми VIPA с процесором SPEED7. VIPA – німецька компанія, що спеціалізується на розробці й виробництві програмованих логічних контролерів (ПЛК), які сумісні з контролерами фірми Siemens по системі команд. Програмувальні логічні контролери серії SPEED7 уже досить добре відомі у світі й усе більшу популярність завойовують в Україні. Контролери VIPA з успіхом використовуються в системах промислової автоматизації з більшою кількістю сигналів, підвищеними вимогами до надійності встаткування й до тимчасових параметрів контурів керування, підходять для керування виробництвами різного типу (періодичного, безперервного та безперервно-періодичного).

На об'єкті був встановлений високошвидкісний CPU, побудований на базі мікросхеми SPEED7 (рис.2.9). У ньому виконання операції із плаваючої коми

займає всього 0,084 мкс, а операція над бітом або словом — 0,014 мкс. Завдяки цьому час циклу ПЛК може скласти всього 100 мкс.

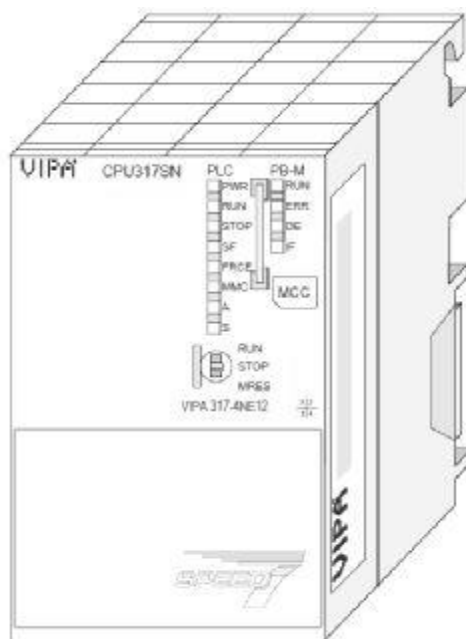


Рисунок 2.9 - Програмований логічний контролер VIPA 300S SPEED7

Процесор підтримує систему інструкцій S7-300 і S7-400 від Siemens і може бути запрограмований як за допомогою ПО Winplc7 (VIPA), так і STEP 7 (Siemens).

Програма керування процесом написана за допомогою ПО Winplc7, який значно дешевше, ніж STEP 7. Функціональних можливостей вистачило для написання самої програми, апаратної конфігурації й конфігурації мережі. У програмі можна використовувати до 1024 функціональних блоків, до 1024 функцій і до 2047 блоків даних. Хотілося б відзначити, що при написанні програми є можливість вносити коментарі на російському, українському або англійському мовах.

Процесорний модуль має RAM+FLASH пам'ять обсягом від 256 КБ до 2 МБ. У роботі картка розширення пам'яті не використовувалася, хоча така можливість існує. Цю картку використовують у тих випадках, коли для виконання алгоритму роботи недостатньо обсягу вбудованої в процесорний модуль пам'яті, або для підвищення надійності системи необхідно продублювати програму.

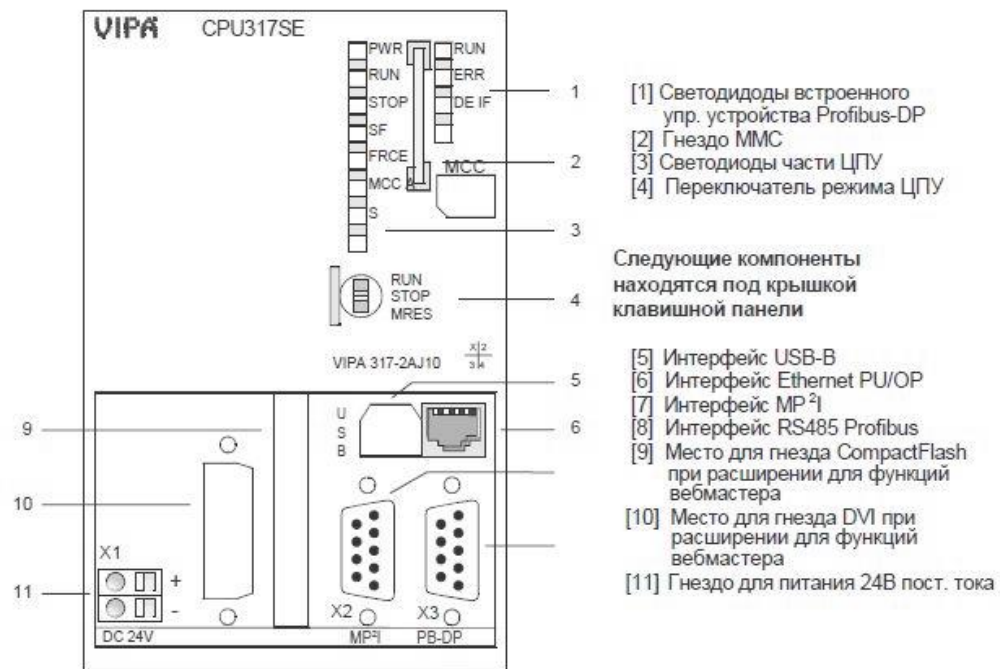


Рисунок 2.10 – Передня панель контролера VIPA 300S SPEED7

Система побудована по модульному принципу, при цьому модулі System 300 від VIPA механічно повністю ідентичні модулям S7-300. Тому вони можуть використовуватися на одній планці в одній стійці. Також модулі розширення допускають пряму взаємозамінність із однотипними модулями S7-300 (взаємозамінність визначається по каталогу — каталожні індекси даних модулів збігаються посимвольно). Інженерам, знайомим з SIMATIC S7, не потрібно буде багато часу для вивчення роботи з новим обладнанням.

Крім того, однієї з важливих особливостей процесорів SPEED7 є підтримка відкритих інтерфейсів (Ethernet та Profibus-dp), широко застосовуваних у промисловості. Це дає можливість підключати додаткові апаратні засоби й полегшує інтеграцію окремих виробничих ділянок в загальну інформаційну мережу підприємства.

Дані контролера передаються на комп'ютер із установленної Scada-Системою за допомогою Орс-сервера від VIPA, дана програма досить проста в налаштуванні.

При створенні системи автоматизації на одній станції необхідно було встановити 11 модулів розширення. До особливостей цієї системи можна віднести те, що кожний ПЛК розміщений на одній стійці. Щоб створити таку ж систему на S7-300 від Siemens необхідно використовувати модулі IM360, IM361

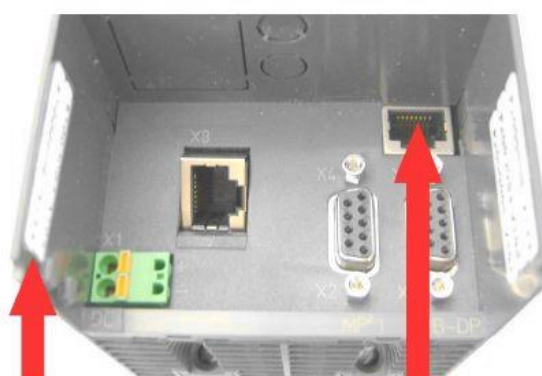
або IM365 (допускається установка на одній стійці до 8 модулів), при використанні контролера SPEED7 від VIPA у цьому немає необхідності (допускається використовувати до 32 модулів на одній стійці). У цілому, якщо зрівняти з однотипним процесором від Siemens, продуктивність контролерів VIPA вище в 15 раз, а ціна — нижче на 20—30%.

Комунікації SPEED7 відповідають технологіям SIMATIC. Використовувані при створенні проекту процесорний модуль CPU 315-4NE11 від VIPA має вбудовані комунікаційні засоби MP2I, Profibus DртМайстер і Industrial Ethernet у якості стандартних. Один порт Ethernet служить для зв'язку із програматорами й засобами операторського інтерфейсу, другий підтримує протоколи TCP/IP, UDP, Iso-on-Tcp з RFC1006.

У проекті перший порт використовується для конфігурування, програмування, налагодження й діагностики контролера за допомогою Winplc7 (версії 3.55) у режимі on-line, другий — для двох груп з'єднань (рис. 2.11):

- для зв'язку із програмою SCADA/HMI Genesis32 (версії 7) через VIPA OPC Server їм, що виконуються, на ПК,
- для зв'язку з контролеромпартнером через S 5исумісні комунікації на транспортному протоколі TCP/IP.

Необхідно зазначити, що при першому запуску порт CPU не має IP-адреси й маски підмережі. Їхне присвоєння роблять через апаратну конфігурацію за допомогою «мінімального проекту» і пересилання його через MMC або MPI.



Ethernet-Address

1. Ethernet-PG/OP
2. CP343

PG/OP channel

Рисунок 2.11 – Порти комунікації контролера VIPA 300S SPEED7

У процесі конфігурування мережі Winplc7 самостійно формує значення більшості елементів, таких як найменування з'єднань, ідентифікатори S 7-підмереж, з'єднань і переданих блоків, адреси портів, які змінювати немає особою необхідності. Вручну потрібно настроїти адреси IP, відстежити відповідність конфігурації партнера й установити один із трьох можливих режимів з'єднання:

- ПАСИВНА ФОРМА ВИБІРКИ (дані запиту)- дозволяє системі партнера запитувати дані CPU. Партнер має прямий доступ до областей пам'яті сервера.
- ПАСИВНА ФОРМА ЗАПИСУ (дані запису)- дозволяє системі партнера записувати дані в область даних CPU. Партнер має прямий доступ до областей пам'яті сервера.
- ПОСЛАТИ/ОДЕРЖАТИ. Цей режим дозволяє програмі управляти комунікацією до CPU або прикладній програмі партнера через сформоване підключення.

У випадку взаємодії з контролером-партнером ПЛК бідує винятково в бібліотечних функціях VIPA AG-SEND і AG-RECV для пересилання/приймання даних і у відповідній програмній підтримці.

Людино-машинний інтерфейс

Для зручності роботи операторів станцій на базі програмного пакета Genesis32 розроблений людино-машинний інтерфейс, який дозволяє вести контроль над технологічним процесом, а також одночасно управляти вузлами й механізмами на всіх стадіях роботи. На екрані монітора можна контролювати всі технологічні параметри, включаючи швидкості обертання трубовалов і насосів, керованих частотними й тиристорними перетворювачами. Для відображення аварійних повідомлень використовується графічна діагностика. За допомогою дисплейної мнемосхеми оператор може проводити вибір технологічного режиму. Крім того, на екрані відображаються дані виробничої статистики й аналізу роботи. Доступ до зміни технологічних параметрів виконується через паролі з різними рівнями пріоритетів.

При розробці людино–машинного інтерфейсу для автоматизованої системи дотримувалися принципів простоти (кожна картинка на дисплеї відображає модель фізичного процесу і його роботу, при цьому разом з важливими даними не виводяться непотрібна й/або надлишкова інформація), наочності (забезпечується зв'язок між технічним процесом, його режимами роботи й оператором) і послідовності (для відображення однакових або аналогічних елементів системи застосовані однотипні позначення).

Таким чином, спроектована й реалізована на Speed 7 система керування станціями дифузії й сокоочистки дозволила досягти значного економічного ефекту за рахунок підвищення продуктивності дифузійної установки, збільшення змісту цукру в дифузійному соку, підвищення ефекту очищення соку і його фільтрованості, скорочення втрат цукру на ділянці очищення й наступних ділянках виробництва, а також зниження витрати енергії, перевести й сатураційного газу.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Програмування контролера VIPA 300S SPEED7

Конфігурація модулів VIPA за допомогою ПЗ STEP 7 Simatic Manager

Німецька компанія VIPA спеціалізується на розробці й виробництві програмувальних логічних контролерів (ПЛК), сумісних по системі команд із ПЛК фірми Siemens. Лінійка продукції представлена серіями високопродуктивних ПЛК малого й середнього класу, а також текстовими й графічними панелями оператора.

Програмування ПЛК здійснюється як у середовищі програмування Winplc7 VIPA, так і за допомогою STEP 7 фірми Siemens. Тому завдяки широкому застосуванню ПЗ STEP 7 використання продукції VIPA дозволяє реалізувати значне число функцій з економією витрат на програмні й апаратні засоби, а також на підготовку фахівців.

Опишемо ряд рекомендацій по роботі із ПЛК VIPA за допомогою програмного забезпечення STEP 7 Simatic Manager фірми Siemens.

Для роботи із ПЛК VIPA у програмі Simatic Manager необхідно встановити актуальні Gsd-файли в бібліотеку Hardware Catalog. Дані файли доступні для скачування на сайті виробника.

Доповнення бібліотеки Hardware Catalog здійснюється в такий спосіб.

1. Розпаковуємо архів з Gsd-Файлами.
2. Створюємо новий проект в Simatic Manager, відкрити апаратний конфігуратор Hardware Configurator і бібліотеку існуючих в ньому об'єктів Hardware Catalog.
3. Для встановлення файлів GSD використовуємо пункт меню Options → install GSD file. Діалогове вікно, що з'явилося, дозволяє вибрати збережені на диску файли і встановити їх.

Конфігурація ПЛК VIPA серії 300

1. Створюємо новий проект і додаємо станцію 300 з допомогою пункту меню Insert New Object → 300 Station.

2. Відкриваємо апаратний конфігуратор Hardware Configurator і бібліотеку існуючих в ньому об'єктів Hardware Catalog.

3. Додаємо рейку 300 за допомогою пункту меню Insert Object → Simatic 300 → Rack 300 → Rail і вибираємо слот 2.

4. У бібліотеці Hardware Catalog два рази клацаємо на ПЛК CPU 315-2DP (6ES7 315-2AF03-0AB0), після чого з'явиться діалогове вікно. Натискаємо на кнопку NEW, а потім два рази на ОК для підключення до модуля CPU315-2DP нової лінії мережі PROFIBUS-DP.

5. Відкриваємо папку PROFIBUS-DP у бібліотеці Hardware Catalog, переходимо у підпапку Additional Field Devices → I/O → VIPA (рис.3.1). Вибираємо у списку доступних об'єктів необхідний, наприклад VIPA-CPU21x для роботи із ПЛК серії 300, і переміщаємо його мишею до лінії мережі PROFIBUS. У діалоговому вікні, що з'явилося, Properties PROFIBUS interface вибираємо адресу DP address, рівний 1, і ОК. Тепер віртуальний ведений ДруМодуль з'єднаний з PROFIBUS.

6. Клацаємо мишею на доданому об'єкті VIPA-CPU21x, у нижній частині екрана з'явиться таблиця. Вибираємо слот 0, після чого перейдемо у бібліотеку Hardware Catalog і знайдемо у списку необхідний модуль ПЛК, наприклад 214-1BA01 CPU214. Після двох клацань миші він додасться в слот 0 (рис.3.1). Аналогічно вносяться й додаткові модулі розширення, використовувані в системі.

7. Після закінчення конфігурування зберігаємо проект і робимо компіляцію програми, використовуючи пункт меню Station → Save and Compile.

8. Приєднуємо ПЛК до комп'ютера за допомогою «зеленого» кабелю (VIPA Green Cable) або інтерфейсу MPI. Використовуючи пункт меню PLC → Download, переносимо нову конфігурацію в ПЛК.

9. Включаємо ПЛК за допомогою перемикача RUN/STOP на передній панелі. У випадку підключення до ЦПУ всіх модулів розширення система перейдуть в режим RUN.

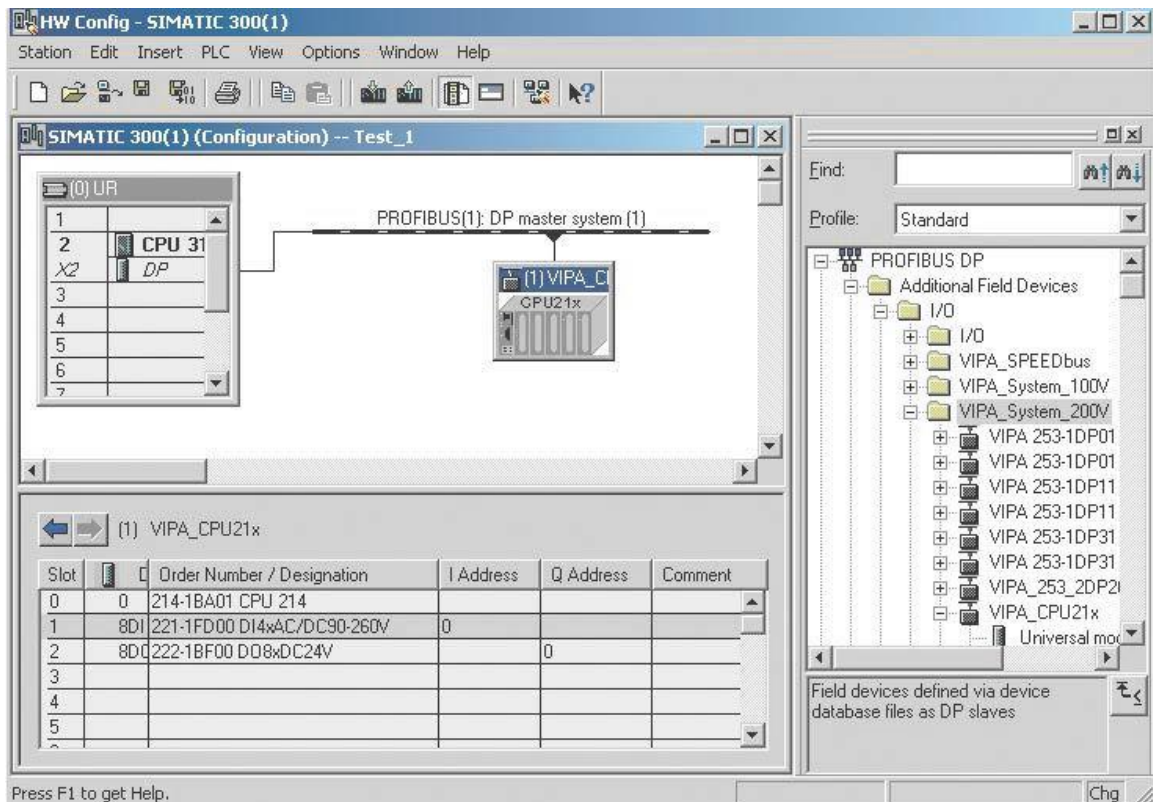


Рисунок 3.1 Додавання модуля VIPA в апаратному конфігураторі

3.2 Встановлення модулів розширення контролера VIPA 300S

Контролери VIPA серій 200V, 300V і 300S допускають підключення до 32 модулів розширення на системній шині одного процесора без використання додаткових інтерфейсних модулів. Програмне забезпечення Siemens дозволяє додати тільки 8 модулів розширення, тому для роботи з модулями VIPA необхідно зробити наступні дії:

1. Аналогічно пунктам 1–3 попередньої частини створюємо новий проект в Simatic Manager, додаємо станцію 300 і відкриваємо апаратний конфігуратор Hardware Configurator з бібліотекою Hardware Catalog.

2. Додаємо дві рейки 300 Insert Object → Simatic 300 → Rack 300 → Rail. У першу рейку (0) UR (рис.3.2) включаємо ЦПУ модуль CPU 315-2DP (6ES7 315-2AF01-0AB0).

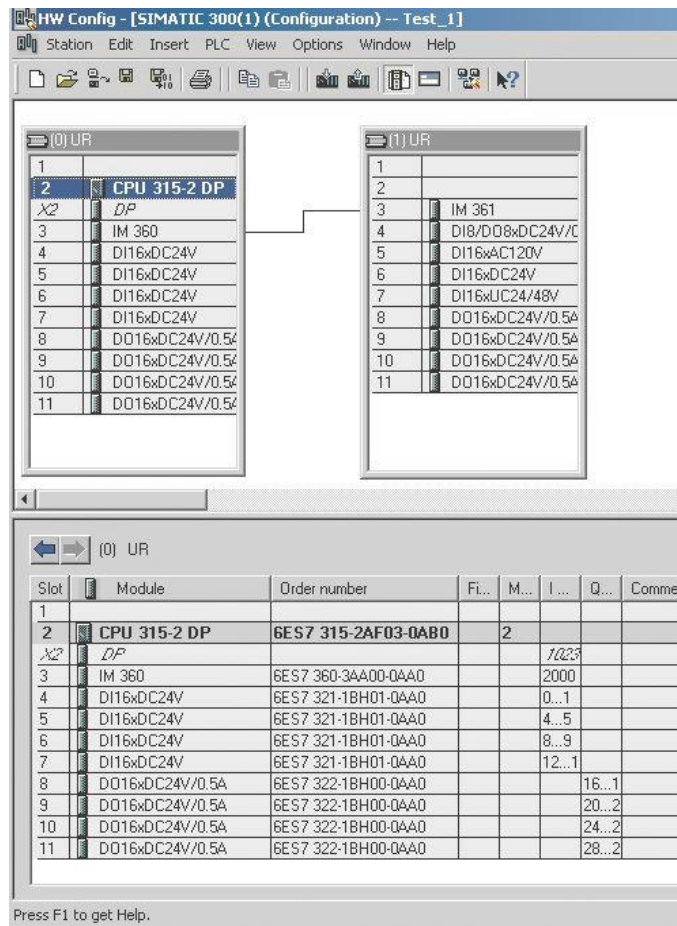


Рисунок 3.2 Встановлення модулів розширення для ПЛК серії 300V

3. Вставляємо модуль IM360 (або IM365) в 3-й слот першої рейки, а модуль IM361 (або IM365) — в 3-й слот другої рейки (рис.3.2).

4. Додаємо в кожен рейку по 8 модулів введення/виводу. Усього можна використовувати до чотирьох рейок.

3.3 Конфігурація Ethernet-інтерфейсу ПЛК

Процесорні модулі серії 300S SPEED 7 не мають встановлених IP-адрес для Ethernet-інтерфейсу. Конфігурація здійснюється за допомогою програмного забезпечення Simatic Manager у такий спосіб:

1. У новому проекті при конфігурації рейки 300 виберемо модуль CPU 318 Siemens (6ES7 318-2AJ00-0AB0, V3) з бібліотеки Hardware Catalog, як показано на рис.3.3, а також модуль комунікаційного процесора CP 343-1 (6GK 343-1EX11-0EX0). Останній є віртуальним і дозволяє визначити інтегрований у ЦПУ SPEED7 інтерфейс Ethernet с двома каналами PG. Модуль CP 343-1

повинен завжди впливати наприкінці списку, після всіх існуючих модулів. У розглянутому прикладі використовуються ще два модулі: DI 16 (дискретного введення) і DO 16 (дискретного виводу).

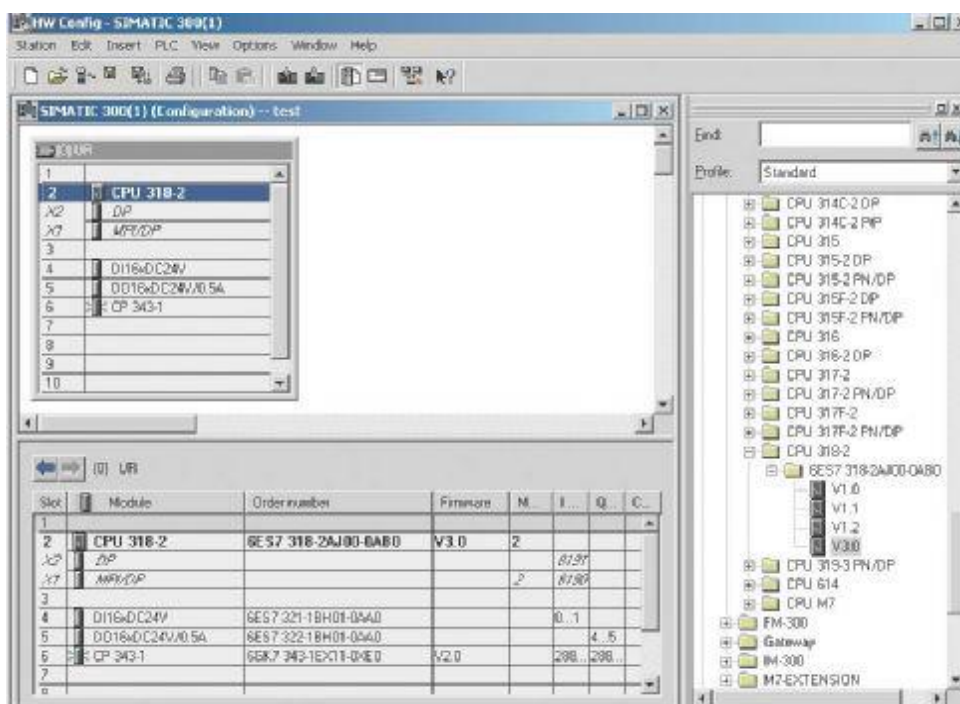


Рисунок 3.3 Конфігурація Ethernet_інтерфейсу для ПЛК серії 300S SPEED7

2. У вікні властивостей Properties – Ethernet interface CP 343-1 встановлюємо необхідну IP-адресу (IP address) і адресу маски підмережі (Subnet mask), після чого натисніть кнопку NEW для створення нової мережі (рис.3.4).

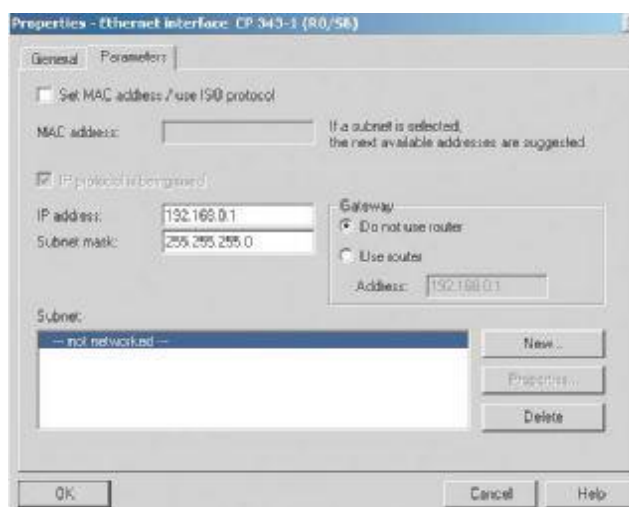


Рисунок 3.4 – Додавання IP-адреси й адреси маски підмережі

3. Натискаємо кнопку Save and Translate для збереження й завантаження програми в модуль ЦПУ за допомогою кнопки Download. При завантаженні з'явиться вікно з попередженням, його необхідно проігнорувати й натиснути ОК для продовження операції. Після завершення завантаження можна програмувати ПЛК по мережі Ethernet або підключатися до Scada-системи за допомогою PG-з'єднань.

5. Тепер можна створювати мережеві проекти за допомогою ПЗ Siemens Netpro.

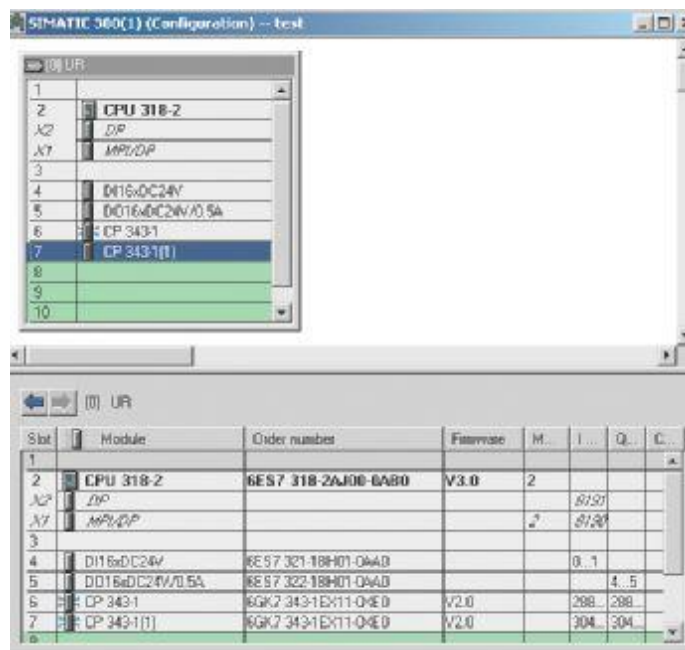


Рисунок 3.5 – Підключення модулів із вбудованим процесором Ethernet CP

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз імовірних аварій на цукровому заводі

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота, чинена при вибуху, обусловлена швидким розширенням газів чи пари. Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення.

При хімічних вибухах речовини можуть бути твердими, рідкими, газоподібними, а також частинками горючих речовин (рідких і твердих) в окисному середовищі(частіше в повітрі).

Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнутих обсягів машин і апаратів, сила вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Пожежі. Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в

чи приміщеннях виробничих апаратах при вибоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згорання, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

Стихійні явища і нещастя. Джерелом природної НС є небезпечне природне чи явище процес, причиною виникнення якого може бути: землетрус, вулканічне виверження, зсув, обвал, карст, сель, осідання в лісових ґрунтах,

ерозія, переробка берегів, цунамі, лавина, повінь, підтоплення, затор, штормовий нагін води, сильний вітер, смерч, курна бура, суховій, сильні осадки, посуха, заморозки, туман, гроза, природна пожежа (ДСТ Р 22.0.06 - 95).

Грозові розряди можуть з'явитися причиною як пожеж, так і механічних ушкоджень устаткування, порушення на лініях зв'язку й енергопостачання окремих територій, вибухів технічного устаткування.

Блискавка - це електричний розряд великої потужності. Електрична напруга

виникає в хмарах у результаті тертя молекул. Усередині грозової хмари вітри переміщаються нагору і вниз з великою швидкістю.

Крапельки води, пилові частки і шматочки льоду труться друг об друга, відштовхуючи чи розбиваючи, при цьому наростає напруга електричного поля. Коли його напруга досягає визначеної сили, то відбувається розряд, блискає блискавка.

Температура блискавки досягає 30000 градусів. Вона так сильно розігріває навколишнє повітря, що воно стрімко розширюється і з гуркотом переборює звуковий бар'єр, подібно надзвуковому реактивному літаку. Цей гуркіт ми чуємо як гуркоти грому.

4.2 Вибір технічних засобів запобігання техногенних аварій на цукровому заводі

На стійкість роботи об'єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

- надійність захисту робітників та службовців від дії уражуючих факторів;
- здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти в певній ступені ударній хвилі, світловому випромінненню і радіації;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами);

- надійність системи забезпечення об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом);
- стійкість і неперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкту до ведення рятувальних і невідкладних аварійновідновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Однією з основних задач цивільної оборони є проведення міроприємств, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій, тобто здатності його виконувати свої функції в цих умовах.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

- забезпечення надійним захистом робітників і службовців від дії уражуючих факторів;
- захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Засоби вибухозахисту герметичних систем. Будь-яке устаткування підвищеного тиску повинне бути укомплектовано системами вибухозахисту, що припускають:

- застосування устаткування, розрахованого на тиск вибуху;
- застосування гідрозатворів, вогнезагороджувачів, інертних чи парових завіс;
- захист апаратів від руйнування при вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією

навчання й інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промисловій санітарії і пожежній безпеці і т.п.

Трубопроводи. Для того щоб зовнішній вигляд трубопроводу вказував на властивості середовища, що транспортується, уведене їх пізнавальне (сигнальне) фарбування (ДСТ 1402-69). Наприклад: вода - зелений, повітря - синій, луку - фіолетові і т.д.

Для позначення виду небезпеки речовини, що транспортується по трубопроводу, на його поверхню додатково наносять сигнальні кільця. Їхнє число визначається ступенем небезпеки. Кільця передбачені: червоного кольору - для вибухонебезпечних; зеленого кольору - для безпечних і нейтральних речовин; жовтого кольору - для токсичних речовин, а також глибокого вакууму, високого тиску.

Усі трубопроводи після монтажу і періодично в процесі експлуатації піддаються гідравлічним іспитам на міцність при спробному тиску на 25% перевищуючому робоче, але не менш 0,2 Мпа.

Запобіжні пристрої. Кожна судина чи ємність повинна додатково бути постачений пристроєм від підвищення тиску вище припустимого. Як запобіжні пристрої застосовуються:

1) запобіжні мембрани - гранична простота їхньої конструкції характеризує їх як самі надійні з всіх існуючих засобів вибухозахисту, крім того вони практично не мають обмежень по пропускну здатності. Хоча в них є свої істотні недоліки, що після спрацьовування устаткування, що захищається, залишається відкритим, що приводить до зупинки устаткування і викиду в атмосферу вмісту апарата;

2) вибухові клапани - використання їх на технологічному устаткуванні дає можливість усунення негативних наслідків, тому що після спрацьовування і скидання необхідної кількості газу через вибуховий клапан його отвір знову закривається, забезпечуючи тим самим тривалість роботи устаткування. До їхнього недоліку варто віднести велику інерційність у порівнянні з

мембранами, значну складність конструкції, а також недостатню герметичність;

3) пружинні запобіжні клапани є самими розповсюдженими в даний час засобом захисту технологічного устаткування від вибуху. Однак і вони мають ряд істотних недоліків, в основному через велику інерційність як вантажних, так і пружинних конструкцій клапанів.

Висновки

У кваліфікаційній роботі розроблено систему автоматичного регулювання технологічного процесу очищення бурякового соку.

Очищення бурякового соку використовується лаймове молоко і CO_2 . Використання вапна за звичайним процесом становить близько 2% буряка. Концентрація бурякового соку здійснюється шляхом вискоєфективного випарювання рідкого соку з вмістом сухої речовини 14-16% концентрується в густий сік з 60-75% сухої речовини. Кристалізується через подальше випаровування води, що призводить до кристалізації та росту кристалів. Кристали цукру відокремлюють від сиропу центрифугуванням. Меласа є вторинним продуктом, з якого подальша кристалізація неможлива.

Розроблена система автоматизації є трьохрівнева ієрархічна система керування, – нижній рівень, датчики й виконавчі механізми; середній рівень: контролер, комутаційна апаратура, перетворювачі для двигунів постійного й змінного струму; верхній рівень: робоча станція оператора (АРМ оператора).

Розроблена система контролю технологічних параметрів лінії очистки бурякоцукрового соку із використанням програмованого логічного контролера, який має здатність сумісно працювати з пристроями контролю суміжних відділень, та сучасного вимірювального обладнання та виконавчих механізмів.

Перелік посилань

1. Sugar association; how well do you know sugar? Washington, DC 2005, [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.sugar.org>
2. Mettler Toledo, Sugar Guide: Food and Beverage analysis, [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://us.mt.com/dam/LabDiv/Campaigns/food2012>
3. Oscar J.etal. (2013) “Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks: Review”, Vol.13 (6) pp.334-339.
4. Robin Limb, (2004) “UK sugar industry”, Vol.6 (1 & 2) pp.1-4.
5. Gulistan Erdal, etal. (2007) “Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey”, Vol.32 (1) pp.35-41.
6. Steven Cosyn, etal.(2011) “Sugar beet: A complement to sugar cane for sugar and ethanol production in tropical and subtropical areas”, International Sugar Journal, 113, p.653-658.
7. Victoria L. et al. (2013) “A review on the complete utilization of the sugar beet, sugar technology”, Vol.16 (4) pp.339-346.
8. Цукровий буряк: ключові факти. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/sugar-beet/sugar-beet-key-facts/world-sugar-beet-production/>
9. Уланчук В.С. Вдосконалення економічних відносин при вирощуванні та переробці цукрових буряків: Монографія / Уланчук В.С., Лисенко Н.О. — К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2006. — 244 с.
- 10.Платонов П.М. и др. Автоматика и автоматизация консервного производства.— К.: Вища школа, 1981.— 263с.
- 11.Иванов Ю.Б. Основы автоматике и автоматизация производственных процессов.-М.:Москва,1974
- 12.Шаумян Г.А. Комплексная автоматизация производственных процессов .- М.:Машиностроение,1973 .-640 с.
- 13.Гребенюк С.Н. Технологическое оборудование сахарных заводов. 2-е изд. перераб. и доп.— М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983.— 520с.

14. Жигалов С.Ф. Процессы и аппараты свёклосохарного производства.— М.: Пищепромиздат, 1958.— 606с.
15. Монтаж технологического оборудования (Под. Ред. В.З.Мармива изд. третье, переработанное и дополненное). - М.: Стройиздат, 1983. - с.584.
16. Б.М. Азаров. Технологическое оборудование пищевых производств.— М.: Агропромиздат, 1988.— 462с.
17. Грувер М., Зиммерс Э. САПР и автоматизация производства/Под ред. Е.К. Масловского .-М.:Мир,1987 .-528 с.
18. Сенькин Е.Г. Охрана труда в пищевой промышленности.— М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981.— 248с.
19. Законодавство України про охорону праці (збірник нормативних документів (чотиритомник). Київ: Держнагляд охорони праці, "Основа", 1995.
20. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). Київ: Держнагляд охорони праці України, "Основа", 1995. 223 с.