

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розробка та дослідження автоматизованої системи керування
технологічним процесом виробництва томатного соку**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи КТМ-61
спеціальності (напряму підготовки) 151 Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Рудакевич Н.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Пахолок Н.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник *Микитишин А.Г.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль *Левицький В.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент *Савків В.Б.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини дипломного проекту становить 12 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 139 друкованих сторінок формату А4 (210×297).

В дипломній роботі нараховується 19 рисунків та 18 таблиць з даними. Використано 24 літературних джерела.

Завданням на дипломну роботу була розробка автоматизованої системи керування виробництвом томатного соку. Проведено аналіз технологічного процесу. Розроблено функціональну схему автоматизації. Виконано вибір технічних засобів автоматизації. Створено програмне забезпечення керування технологічним процесом. Здійснено розрахунок стійкості та надійності системи автоматичного керування. Впроваджено заходи із забезпечення охорони праці. Проведено розрахунок техніко-економічних показників ефективності розробленої системи автоматизації.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації керування технологічним процесом	10
1.2. Обґрунтування актуальності модернізації системи керування і вибраного напрямку розробки.....	21
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23
2.1. Загальна характеристика продукції, сировини та напівфабрикатів	23
2.2. Стадії технологічного процесу	25
2.3.Будова та принцип дії лінії	25
2.4.Параметри технологічного процесу виготовлення томатного соку	28
2.5.Вимоги до автоматизованої системи керування технологічним процесом виготовлення томатного соку.....	29
2.6. Визначення керованих параметрів технологічного процесу.....	30
2.7.Визначення частини технологічного процесу для автоматизації	32
2.8.Аналіз напрямку автоматизації технологічного процесу виготовлення томатного соку	33
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	35
3.1.Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування	35
3.2.Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації	39
3.2.1. Вибір давачів	39
3.2.2. Вибір виконавчих механізмів і регулюючих органів.....	43
3.2.3. Вибір контролерів	44
3.3.Специфікація засобів контролю і керування	56

3.4.Обґрунтування вибору і опис принципових схем автоматизації.....	57
3.4.1. Блок живлення.....	57
3.4.2. Блок дробарки-сім'явідділювача.....	59
3.5.Обґрунтування вибору щитів, пультів, і монтажу засобів автоматизації	60
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	63
4.1. Визначення передаточної функції.....	63
4.2. Визначення стійкості системи згідно критерію Найквіста	68
4.3.Визначення стійкості за критерієм Михайлова	72
4.4.Побудова логарифмічних характеристик	73
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	76
5.1.Розробка алгоритму функціонування контролера.....	76
5.2. Розробка керуючої програми.....	77
5.3.Розробка проекту керування технологічним процесом виготовлення томатного соку в SCADA-системі Genesis 32.....	87
6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	95
6.1.Техніко-економічне обґрунтування проектного варіанту	95
6.2.Розрахунок капітальних вкладень на реалізацію проекту автоматизації	95
6.3. Розрахунок витрат на оплату праці за проектом автоматизації.....	98
6.4. Розрахунок виробничої собівартості програми випуску за проектом автоматизації	102
6.5. Розрахунок основних техніко-економічних показників проекту автоматизації	108
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	111

7.1. Організаційні заходи та інженерні рішення, спрямовані на покращення умов і безпеки праці.....	111
7.2. Розрахунок системи захисного заземлення.....	122
7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	124
8. ЕКОЛОГІЯ.....	130
8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища	130
8.2. Негативний вплив персональних комп'ютерів на життєдіяльність людини	131
8.3. Заходи по усуненню негативного впливу ПК на життєдіяльність людини	133
ВИСНОВКИ.....	138
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	139

ВСТУП

Один з основних напрямків енергозбереження й підвищення ефективності виробництва – створення сучасних систем керування, які дають змогу оптимізувати технологічні процеси, процеси виробництва і споживання енергоносіїв, роботу енергетичного і енергоємного обладнання, погодити режими функціонування обладнання за діючої технології. В кінцевому підсумку це дає змогу: підвищити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, конкурентоспроможність підприємств, якість продукції, зменшити витрати праці, втрати сировини й продуктів, а також забезпечити входження підприємств у вітчизняний та світовий ринки.

У харчовому виробництві переважають складні фізико-хімічні й теплообмінні процеси. Специфіка й складність об'єктів керування технологічних процесів харчових виробництв, удосконалення й створення нових технологій і обладнання, підвищення вартості енергоносіїв, посилення заходів, спрямованих на захист навколишнього середовища, зумовлюють значення систем автоматичного контролю й керування, ставлять жорсткі вимоги до якості їх функціонування.

Основні вимоги до сучасних автоматизованих систем керування: здатність виконувати функції протягом тривалого часу із заданими показниками якості, бути економічними й екологічно чистими. При цьому необхідно враховувати, що технічні засоби слід оновлювати кожні 5—10 років, бо фізичне спрацювання їх може призвести до порушення технології чи руйнування обладнання.

Впровадження АСУ ТП дає змогу:

- забезпечити задану якість продукту;
- збільшити вихід продукції з одиниці сировини;
- підвищити продуктивність обладнання;
- зменшити витрату енергоносіїв;

- скоротити чисельність персоналу;
- забезпечити виконання екологічних вимог та вимог з охорони праці;
- підвищити культуру виробництва.

Величину показників ефективності визначають умовами функціонування підприємств на час впровадження системи, її технічним і функціональним рівнем.

Виконання даного дипломного проекту ставить метою модернізацію системи керування лінією виробництва томатного соку. Модернізована система керування дозволить підвищити точність вимірювання та регулювання технологічних параметрів, а також збільшить надійність функціонування технологічного обладнання в цілому завдяки аналізу даних про значні відхилення і коливання технологічних параметрів відносно допустимих меж.

Кінцевим результатом модернізації має бути забезпечення високої стабільності якісних характеристик томатного соку.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз відомих технічних рішень з питань автоматизації керування технологічним процесом

Ефективність виробництва, його технологічний процес, якість продукції, що випускається, в значній мірі залежить від розвитку нового технологічного обладнання, машин і апаратів, від впровадження методів техніко–економічного аналізу, які забезпечують вирішення технічних питань і економічну ефективність технологічних конструкторських розробок.

Розглянемо методи стерилізації, що використовуються при виробництві томатного соку. Способи стерилізації можуть бути різними в залежності від виду продукту й тари, в яку він розфасований, а також від температури стерилізації.

Існує два основних способи проведення процесу стерилізації: при атмосферному тиску і при тиску більше атмосферного. Відповідно до них застосовують стерилізаційні апарати, що працюють при атмосферному або при підвищеному тиску. І ті і інші можуть бути періодичної або неперервної дії.

Спосіб стерилізації при атмосферному тиску і температурі, не більше 100°C , є найпростішим способом і застосовується для деяких видів консервів (томатів і т.д.), розфасованих у бляшані банки [1]. Він здійснюється у ваннах або автоклавах, з барботерами, через які в апарати подається пара. Ванну заливають водою так, щоб вона покривала завантажені банки з продуктом, потім через барботер подають пару і підігрівають воду до $80\text{—}100^{\circ}\text{C}$ (відповідно до формули стерилізації). У нагріту воду завантажують корзини з банками.

Після завантаження банок температура води у ванні трохи знижується. Продовжуючи подачу пари, воду протягом часу А нагрівають до встановленої температури стерилізації і, витримують час власне стерилізації В й за час З прохолоджують консерви водою. Процес охолодження необхідно вести швидко, щоб не було разварювання плодів і овочів. Консерви прохолоджують до

температури 40—45°C (але не нижче, щоб банки не поржавіли) або безпосередньо в стерилізаційних апаратах, випустив гарячу, й подаючи холодну проточну воду, або перевантаживши сітки з банками в спеціальні ванни, або басейн із холодною водою.

Для стерилізації консервів при температурах вище 100° С застосовують герметично закриті апарат-автоклави або неперервно діючі стерилізатори. Автоклави бувають вертикальні і горизонтальні. Горизонтальні автоклави застосовують для стерилізації консервів у бляшаній тарі. Вертикальні автоклави використовують для стерилізації консервів усіх видів, як у бляшаній, так і у скляній тарі, тому вони одержали широке поширення в консервній промисловості.

Вертикальні автоклави виготовляють двосіткові (двокорзинні) і чотирьохсіткові (чотирьох-корзинні).

Двосітковий вертикальний автоклав (рис. 1.1) має сталевий циліндричний корпус товщини стінок 6 мм, зі сферичним днищем і сферичною кришкою, прикріплену на петлі і притиснуту до корпусу барашковими болтами. Для герметизації апарату між корпусом і кришкою є кільцева резинова або азбестова прокладка. В середині автоклава містяться металеві корзини, виготовлені зі сталі з просвердленими по всій поверхні отворами, і барботер. Для відводу конденсату і спуску води в центрі днища є вентиль; для впуску води є бічний вентиль. У верхній частині кришки передбачений краник для продувки автоклаву.

Для контролю за ходом процесу з апарату, виводиться трубка в камеру, у якій встановлені манометр й термометр. На автоклаві встановлені пружинний запобіжний клапан. При монтажі автоклави розташовують у цеху по прямій лінії або по колу. Як кожний апарат, що працює під тиском більше атмосферного, автоклави не менш, як один раз в рік піддаються гідравлічному випробуванню, тобто перевірці їхньої міцності, підвищеним тиском залитою у них водою.

Систематично перевіряються резинова або азбестова прокладки між кришкою і корпусом, вона повинна забезпечувати герметичність і не пропускати пару й воду. Запобіжний клапан повинен бути у відрегульованому стані і

закритим кожухом. Продувний краник встановлюють на автоклаві таким чином, щоб його отвір був спрямований у бік, протилежно робочому місцю.

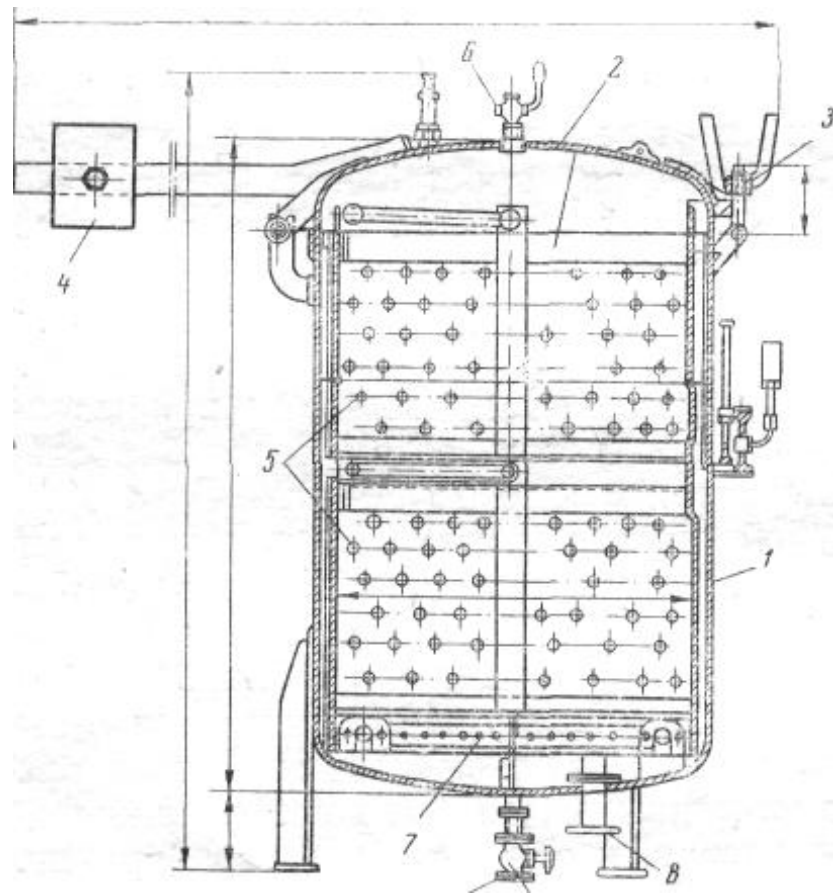


Рис. 1.1 Вертикальний автоклав:

1 — циліндричний корпус, 2 — кришка автоклаву, 3 — гайки, 4 — противага, 5 — сітки, 6-продувний краник, 7 — барботер, 8 — вентиль для спуска води.

Після заповнення продуктом й герметичної закатки банки вкладають в корзини рівними рядами. Наповнені банками корзини піднімають за допомогою електротельфера, підносять до автоклаву і одну на іншу встановлюють в апарат. Потім кришку автоклава закривають, загвинчують баранчики (створюючи герметичність), відкривають перший вентиль.

Починається процес стерилізації, який проводять відповідно до формули стерилізації, встановленої для даного продукту з врахуванням виду

використовуючих банок і їхньої ємкості. Для забезпечення необхідної температури стерилізації (110—125°C) консерви стерилізують насиченим паром або водою при вихідних тисках до 3 ат.

Консерви в скляній тарі стерилізують у воді; необхідний тиск в автоклавах при стерилізації створюють напором води або стиснутим повітрям. Консерви в бляшаних банках можна стерилізувати парою у воді, без застосування або з застосуванням доповнючого тиску, створючого водою або стиснутим повітрям. Величина цього тиску залежить від виду консервованого продукту, форми і розміру банок, товщині бляшаної банки і температури стерилізації.

Чим більший об'єм банок, тонша банка, з якої вони виготовлені, й більша температура стерилізації, тим більша небезпека деформації банок при стерилізації і особливо при охолодженні. Щоб уникнути деформації банок при стерилізації парою, необхідно створити доповнючий тиск.

Стерилізація консервів у бляшаній тарі парою проводиться в такий спосіб. Після завантаження консервів і герметизації автоклаву відкривається продувний краник на кришці апарату і пускають пару, витісняючи повітря з автоклаву доти, поки з краника не з'явиться рясний паровий струмінь. Час продувки автоклаву складає близько 10 хв.

Продувку необхідно проводити тому, що повітря — поганий провідник тепла і знижує швидкість прогрівання консервів. По закінченні продувки закривають продувний краник і продовжують подавати пару доти, поки в автоклаві не встановиться необхідна температура стерилізації, що підтримується протягом часу, передбаченого формулою стерилізації.

Пару необхідно подавати поступово, тому що швидкий підйом пари викликає різке підвищення тиску в автоклаві, що у свою чергу може призвести до деформації корпусів банок. Чим більші банки, тим більше підлягають вони деформації, тому при стерилізації великих банок тривалість підйому пари збільшується. Після того, як в автоклаві встановилась необхідна температура, подачу пари майже припиняють і злегка привідкривають вентиль для відводу конденсату.

Протягом часу стерилізації в автоклаві підтримують постійну температуру і постійний тиск. При стерилізації тільки паром (без подачі в автоклав повітря для створення додаткового тиску) між температурою і тиском пари існує відповідна залежність, тому процес стерилізації паром контролюють одночасно по показниках термометра і манометра. Якщо ж показники манометра вищі, чим повинні бути при даній температурі, необхідно провести додаткову продувку автоклаву, якщо показники нижче, варто перевірити справність роботи манометра і термометра.

По закінченні періоду стерилізації, паровий вентиль закривають, і починають поступово знижувати температуру і тиск, випускаючи з автоклаву пару, через продувний краник або спускний вентиль.

Різкий спуск пари неприпустимий, тому що температура і тиск всередині банок із продуктом знижуються значно повільніше, ніж в автоклаві, і при великій різниці тисків в автоклаві і банках можливий бій банок (деформація кінців і порушення герметичності банок, а іноді й розрив їх по повздовжньому шві). Коли спуск пари закінчений і тиск в автоклаві знижено до атмосферного, відкривають кришку і прохолоджують банки холодною проточною водою до температури 40°C, або в цьому ж автоклаві, або в спеціальній ванні, або під водяним душем.

Іноді для запобігання деформації банок по закінченні власне стерилізації охолодження консервів проводять водою безпосередньо в автоклаві під тиском. При цьому по закінченні стерилізації в автоклав спочатку подають стиснуте повітря, а потім під напором холодну воду. Під дією холодної води відбувається швидка конденсація пари і тиск в автоклаві різко падає. Тому стиск повітря повинен подаватися в автоклав під таким тиском, щоб він компенсував тиск у банках. В міру охолодження консервів тиск у банках падає і в автоклаві поступово знижують повітряний тиск.

У ряді випадків консерви після стерилізації не охолоджують, а піддають так званому «гарячому контролю» на герметичність; якщо гаряча банка має вздуті кінці, вона герметична. Якщо банка не герметична, пара і повітря виходять через

нещільності (щілини) у швах і кінці «осідають». Таким способом можна контролювати герметичність консервів, що не бояться сильного разварювання, що може відбутися при їх повільному повітряному охолодженні.

Стерилізація консервів у скляній тарі у воді з протитиском [1], створючим також напором води або стиснутим повітрям, проводиться в такий спосіб. В автоклав наливають воду в такій кількості, щоб вона покривала загрузені банки, підігрівають до температури на 10—20° С вищої температури вмісту банок і завантажують у неї корзини з банками. Потім автоклав герметично закривають і поступово (щоб не було бою банок) підвищують температуру води (швидкість підйому температури 3-4°С в 1 хв).

Одночасно створюють протитиск водою або стиснутим повітрям, щоб не було зриву кришок за рахунок підвищення тиску в банках в міру нагрівання їхнього вмісту. Якщо працюють з водяним протитиском, то під кришкою автоклаву оставляють шар повітря (повітряну подушку). При поширенні води від нагрівання і нагромадженні конденсату від пари, що гріє, в автоклаві створюється протитиск. Повітряний протитиск утворився шляхом накопичення в автоклав через барботер стиснутого повітря.

При досягненні заданої температури стерилізації і протитиску в автоклаві підтримують постійний режим протягом встановленого часу стерилізації шляхом регулювання подачі пари і спуску води. Коли процес стерилізації закінчений, подачу пари припиняють і починають охолодження консервів, поступово подаючи холодну воду і одночасно випускаючи через зливний вентиль гарячу.

Щоб не було бою банок, холодну воду подають зверху через барботер у кришку автоклаву так, щоб вона не попадала на банки. Консерви охолоджують поступово із швидкістю 2—3°С у хвилину до температури охолодження води 35°С ($\pm 5^\circ$); також поступово знижують до атмосферного тиск в автоклаві, після чого його розжарюють. На деяких підприємствах за аналогічною схемою стерилізують консерви і у бляшаних банках (особливо в великих). При

стерилізації консервів у воді забезпечується більш рівномірний тиск прогрівши вміст банок, полегшується ведення процесу стерилізації.

Для контролю температури і тиску всередині автоклаву у процесі стерилізації користуються термометрами і манометрами. Температуру всередині автоклавів найчастіше вимірюють скляними ртутними термометрами зі шкалою розподілів від 0 до 150° С. Термометр встановлюють у кишені автоклаву, заповненій мінеральною олією. На багатьох підприємствах автоклави оздоблені термографами і терморегуляторами для автоматичного ведення процесу стерилізації по заданому режимі.

Для визначення температури, фактично досягнутої всередині банок із продуктом, в окремі (контрольні) банки закладають маленькі термометри, які після стерилізації витягають із відкритих банок. Ці термометри показують найвищу температуру, в банці при стерилізації, називаються максимальними. Іноді для контролю температури всередині банок із продуктом у процесі стерилізації змінюють термопари, що являють собою два спаяних по кінцях проводу з різних металів. Один кінець (гарячий спай) вміщується в банку з продуктом, інший (холодний спай) – у термостат при 0°С (температура льоду, що тане).

При нагріванні продукту, у який вміщена термопара, за рахунок різниці температур між гарячим й холодним спаями термопари в проводах виникає електричний струм. За допомогою точних гальванометрів вимірюють силу струму і по ній визначають температуру спаю, а отже, і продукту в тому місці, де знаходиться спай термопари.

Для завантаження і вивантаження банок з автоклавних сіток можуть бути використані також механічні завантажувачі з електромагнітною головою, що піднімає зі столу-нагромаджувача відразу цілий ряд банок і завантажує їх в автоклавний кошик. У такий же спосіб загружають і інші ряди банок. Розвантаження сіток після стерилізації виробляються аналогічним способом в зворотному порядку.

На деяких заводах, що не мають механічних завантажувачів, бляшані консервні банки завантажують у сітки навалом через «водяну подушку», для чого сітки встановлюють у басейни з водою. Завантаження сіток спрощується, але ємкість їх використовується не повністю. Стерилізація консервів у періодично діючих автоклавах зв'язана зі значними витратами ручної праці, порушує неперервність технологічного процесу і створює ряд незручностей у виробництві. У порівнянні з періодично діючими автоклавами неперервно діючі стерилізатори мають ряд існуючих переваг – більш високу продуктивність, сприяють механізації і автоматизації процесу стерилізації, створенню поточних автоматичних ліній, зниженню витрат праці, пари і води, поліпшенню якості і зменшенню продукції.

Неперервно діючі стерилізатори бувають трьох типів: гідростатичні, роторні (барабанні) і горизонтальні з пластинчатим конвеєром.

В даний час розроблені різні конструкції стерилізаторів з гідростатичним тиском, але усі вони мають однакову принципову схему пристрою і роботи. Вони складаються із трьох або чотирьох вертикальних веж (каналів), з яких середня є паровою камерою стерилізації, а бокові – вежами нагрівання і охолодження консервів. Крім того, вежі підігріву і охолодження виконують роль гідравлічних затворів для парової вежі. За рахунок гідростатичного тиску стовпа води у вежах створюється значний тиск у стерилізаційній камері, що дозволяє підтримувати високу температуру пари. Тому що стовп води висотою 10 м створює вихідний тиск у 1 ат, і вже при такому тиску можлива стерилізація в парі при 120° С.

Вежі являють собою прямокутні колони висотою від 12 до 20 м, у яких рухається ланцюг транспортера на якому подаються банки. Завантаження банок у касето-носії і вивантаження їх здійснюються автоматично. Закатані банки транспортером подаються до місця завантаження, завантажуються в касето-носії нескінченного конвеєру і проносяться послідовно через вежі стерилізатора.

Опускаючись у вежі підігріву, вони зустрічають усе більш гарячі шари води і випробовують на собі зростаючий тиск гідростатичного стовпа, потім поступають у вежу стерилізації і рухаються по ній у визначений час (рівний

тривалості стерилізації консервів), при однаковій температурі (рівній температурі стерилізації). З камери стерилізації, піднімаючи у вежі охолодження, банки зустрічають усе більш холодні шари води, зменшуючи тиск.

Процес стерилізації в таких апаратах ведеться автоматично по заданому режимі. Тривалість стерилізації регулюється в границях від 20 до 76 хв, до 120°C. В залежності від виду продукту і часу його стерилізації, продуктивність стерилізаторів складає від 200 до 450 банок у хвилину. Вони можуть застосовуватися для стерилізації плодоовочевих і інших видів консервів у бляшаних і скляних банках.

Роторні стерилізатори неперервної дії, застосовуються для стерилізації консервів у бляшаній тарі, складаються зі стерилізатора, одного або декількох підігрівників і охолоджувачів, аналогічних із ним по конструкції [3].

Стерилізатор являє собою горизонтально розміщений нерухомий циліндр діаметром близько 1,5 м і довжиною 6-8 м, на внутрішній поверхні якого є спіральна пряма для банок. Усередині циліндричного корпусу обертається барабан з ребрами, між якими містяться банки відповідного розміру. При обертанні барабану банки труться об спіраль зовнішнього циліндра, обертаються навколо своєї осі і одночасно переміщуються від одного кінця апарата до іншого. Це сприяє перемішанню вмісту банок і кращому збереженню натуральних якостей продукту. Корпус стерилізатора заповнений водою, температурою 100°C або парою, яка подається в апарат через барботер. Тривалість стерилізації визначається і регулюється кількістю обертів барабану.

Зі стерилізатора банки надходять в охолоджувач, де охолоджуються холодною поточною водою до температури 30-40 °C. Для запобігання деформації банок при їхньому охолодженні в охолоджувач подається стиск повітря для підтримки необхідного протитиску. Роторний неперервно діючий стерилізатор оздоблений приладами для контролю і автоматичного регулювання процесу стерилізації. Він автоматично виключається, якщо падає температура стерилізації або з якої-небудь причини застрягла банка в завантажувальному, або розвантажувальному клапанах.

Для стерилізації консервів зарубіжних фірм США, Англії, Італії та інших країн випускають роторні прилади малої продуктивності, що складаються з двох корпусів: стерилізатора і охолоджувача, працюючих при атмосферному тиску, продуктивність (350—400 банок у хвилину), трьох-корпусні установки (включаючи підігрівник, стерилізатор і охолоджувач) і чотирьох-корпусні установки; останні мають підігрівник, стерилізатор і два охолоджувачі, з яких один працює під вихідним тиском, другий — під атмосферним. У роторних стерилізаторах неперервної дії консерви можуть стерилізуватися при температурах 115—127° С. Недоліками стерилізаційних установок такого типу є те, що в них можна стерилізувати консерви в бляшаних банках тільки одного розміру; вони складні по конструкції, тому застосування їх у промисловості обмежене.

Неперервно діючий стерилізатор конвеєрного типу застосовують для стерилізації консервів у бляшаних банках № 9 і 12 при температурі до 127° і при тиску до 1,5 ат. Прилад такого типу складається зі стерилізатора і двох охолоджувачів, один з яких працює при тиску до 0,7 ат, другий (душовий) — при атмосферному. Стерилізатор і охолоджувачі зв'язані єдиною кінематичною схемою. Кожен з них являє собою прямокутну камеру, закриту з торцевих сторін кришками, всередині якої знаходиться спіральний пластинчатий транспортер. Банки від закаточної машини неперервним потоком надходять на пластинчатий транспортер стерилізатора і через загрузочний роторний клапан — у камеру стерилізації.

У камері стерилізації банки з продуктом відразу піддаються дії температури стерилізації без попереднього підігріву. Зі стерилізатора за допомогою такого ж по конструкції роторного клапана банки передаються на пластинчатий конвеєр охолоджувача під тиском, з нього душовий охолоджувач і випускним клапаном виводяться з апарату.

Продуктивність установки залежить від розміру банок і продовження стерилізації, що можна установити від 11 до 90хв, а час охолодження від 6 до 48

хв. При цьому продуктивність стерилізатора буде мінатися від 23 до 200 банок у хвилину.

Неперервно діючі стерилізатори такого типу з успіхом експлуатуються на деяких консервних підприємствах. При виготовленій продукції з плодоовочевої сировини з високою кислотністю на інших заводах практикують консервування у великій тарі методом гарячого розливу без наступної стерилізації. Суть його полягає в тому, що продукт підігрівають до 95—98° і при цій температурі розливають у простерилізованій парю тарі, що за тим негайно закривають стерильними кришками.

Крім стерилізації, що відбувається при попередньому підігріві, додатковий вплив на мікроорганізми продовжується після розфасовки, тому що продукт завдяки значним розмірам тари повільно охолоджується. Цей метод може бути застосований для консервування таких продуктів, як пюре, томатний сік й інші вироби, у яких завдяки високій кислотності мікроорганізми розвиватися не можуть.

Продукти з низькою кислотністю вказаним методом консервувати не можна, тому що вони є сприятливим середовищем для розвитку бактерій, що витримують нагрівання до 100° С і вище. Залишаючись після нагрівання в продукті, спори цих бактерій можуть при збереженні призводити до псування консервів.

Тому продукти з низькою кислотністю потрібно стерилізувати після розфасовки в банки й закрутки. Без стерилізації, вони можуть вироблятися, тільки за умови попереднього прогріття їх при високій температурі (120° і вище), з наступною розфасовкою в стерильні банки і закатування в асептичних умовах, що виключають можливість вторинного зараження продукту мікробами; при цьому повинні забезпечуватись санітарно-гігієнічні правила підприємства.

Для асептичного консервування рідких і пюре різноманітних продуктів розроблена схема, відповідно до якої технологічний процес здійснюється в такий спосіб [1]. За допомогою насоса, до розфасовки, продукт тонким шаром поступає через теплообмінник неперервної дії, у якому протягом декількох десятків

секунд, витримується при температурі 135—150° С, після чого за кілька секунд проохолоджується до 20—28° С й надходить у герметично закритий зі стерильним баком наповнювач. З зони розфасовки і закатки повітря витісняють перегрітою парою. У камері наповнення і закатування підтримуються стерильні асептичні умови.

Продукт розфасовується в попередньо простерилізовані прогріті парою банки, які негайно ж закривають стерильними кришками, подаючи в камеру наповнення по спеціальним каналам. Асептичний метод консервування має значні переваги перед звичайною тепловою стерилізацією консервів у герметично закритих банках.

При асептичному консервуванні краще зберігаються органолептичні властивості консервів (смак, запах і колір) і вітаміни, скорочується в десятки разів тривалість процесу, досягається значна економія пари, води, а також повна автоматизація і поточність процесу консервування.

1.2. Обґрунтування актуальності модернізації системи керування і вибраного напрямку розробки

Недоліками систем програмного керування процесу стерилізації є:

- низька надійність ряду спеціальних засобів вимірювання і контролю показників якості сировини і продукції.
- використання реле в модулях керування, які мають низку надійність і обмежений ресурс роботи.
- відсутність діагностики при збоях чи інших непередбачених ситуаціях.
- стара елементна база на якій реалізована система керування.
- відсутність гнучкості при зміні технології виробництва.

Отже, усі вище перераховані недоліки вимагають застосування більш надійних систем керування і уніфікації їхнього програмного забезпечення.

Тому, більш прогресивним буде використання в якості системи керування ADAM-5000, що має аналогово-цифровий перетворювач, під'єднаний до системи датчиків, розташованих на автоклаві. Контролер має можливість сполучення з ЕОМ, що дасть змогу дистанційно контролювати хід технологічного процесу, виключити можливість випуску неякісної продукції. Застосування контролера дасть можливість оперативно змінювати режими стерилізації в залежності від вмісту в продукції окремих речовин.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Загальна характеристика продукції, сировини та напівфабрикатів

Томатний сік – найбільш розповсюджений овочевий сік, що користується підвищеним попитом у споживачів. Його виготовляють із цілих свіжих зрілих томатів у вигляді однорідної маси, що містить м'якоть, і консервують натуральним з додаванням 0,6...1,0% повареної солі, 0,05% аскорбінової кислоти.

Томатні соки мають низьку кислотність і рН 5,5...6,5, що створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, в тому числі спороутворюючих.

По цій причині соки стерилізують при температурі 120°C на протязі 20...30 хв. Для пом'якшення режимів стерилізації соки підкислюють до рН 3,7...4,0 органічними харчовими кислотами або змішують із соками із більш кислих плодів та овочів. Томатний сік випускають натуральним або концентрованим.

Консервованій томатний сік повинен володіти приємним натуральним смаком і запахом, властивим зрілим томатам, що пройшли термічну обробку, без сторонніх прикусу та запаху, мати гарний червоний або оранжево-червоний колір.

Вміст сухих речовин у соку повинен бути не менше 4,5% по рефрактометру. Для попередження руйнування вітамінів у томатному соку вміст солей важких металів не повинен перевищувати 5 мг міді і 100 мг олова в 1 л соку (вміст свинцю не допускається).

По зовнішньому вигляду томатний сік повинен мати однорідний з наявністю завислих тонко подрібнених часток м'якоті. Смак соку залежить від співвідношення сахаридів і кислот. Загальна кількість цукрів (глюкози і фруктози) складає 2,1...3,7%. В соку міститься 1,4...4,4 мг/100 г лікопіну і 0,06...0,32 мг/100 г каротину.

Оптимальна консистенція забезпечується при вмісті в соку 6...7% м'якоти. Вміст вітаміну С в соку складає 10,2...23,0 мг/100 г, причому в процесі зберігання втрати вітаміну можуть досягати 50%. До складу мінеральних речовин входять калій, кальцій, натрій, магній, залізо та ін. В ароматичних речовинах томатів визначено компонентів: ацетальдегід, етанол, пропанол та ін., в тому числі ненасичені сполуки, змінені склади яких негативно впливають на смак соку.

Для виробництва томатного соку використовують томати цілком здорові, інтенсивно забарвлені (бажано ручного збору). Відсортовані томати подрібнюють, насіння відокремлюють і промивають, сушать і використовують як посівний матеріал.

Дроблені томати протирають через сита з метою видалення грубих включень: плодоніжок, зелених частин плодів і можливих домішок. Протерту масу нагрівають з метою інактивування окислювальних і пектолітичних ферментів, а також знищення мікроорганізмів і полегшення протирання. Необхідна температура нагрівання $75\pm 5^{\circ}\text{C}$ повинна бути досягнута по можливості швидко, щоб припинити діяльність пектолітичних ферментів.

Якщо нагрівання соку проводиться повільно, томатна маса деякий час знаходиться при температурі $50...60^{\circ}\text{C}$, що призводить до руйнування розчинного пектину. Сік із повільно нагрітих томатів має низьку в'язкість і схильний до розшарування.

Швидке інактивування пектолітичних ферментів досягається шляхом інжекції пари в томатну масу. В'язкість соку при цьому може зберігатися на рівні 95% початкової, але можливе розбавлення соку конденсатом.

Томатний сік фасують в скляні або жерстяні банки, а також в паперові пакети. Після ексауствування скляні банки з соком герметично закупорюють і направляють на стерилізацію або пастеризацію.

Концентрований томатний сік містить 40% розчинних сухих речовин, 21,5% цукру, органічних кислот 3,85%, каротину 2,23 мг/100 г, вітаміну С 96,8 мг/100 г. При вживанні його розбавляють до густини натурального і вживають як напій.

2.2. Стадії технологічного процесу

Консервування томатного соку можна розділити на наступні стадії:

- очистка, миття і сортування сировини;
- дроблення (подрібнення) томатів;
- нагрівання та екстракція томатної маси;
- термічна обробка томатного соку;
- стерилізація, фасування та закупорювання соку;
- пастеризація томатного соку.

Лінія починається з комплексу устаткування для очищення, миття і сортування сировини, в склад якого входять мийні машини та роликові конвеєри.

В склад лінії входить комплекс устаткування для дроблення (подрібнення) томатів, що складається із дробарок, ємкостей та насосів.

Ведучим є комплекс устаткування, що включає теплообмінники і шнекові преси зі збірниками.

Завершальний комплекс устаткування лінії складається зі стерилізаторів, фасувальних, закупорювальних машин та пастеризаторів.

2.3. Будова та принцип дії лінії

Томати, що поступили на переробку в ємкість 1 (рис. 2.1), мийуть в двох послідовно встановлених мийних машинах 2 і 3 вітчизняного або імпорного

виробництва. Потім помати сортують на роликівому конвеєрі 4, відбираючи проби проміжного ступеня зрілості, ополіскують під душем. Дроблять та відділюють насіння поматів на дробарках-сім'євідділювачах 5.

Дроблена поматна маса надходить у збірник 6, звідки за допомогою насоса 7 перекачується в багатолодовий трубчатий теплообмінник 8, де підігрівається до температури $75\pm 5^{\circ}\text{C}$. При такому температурному режимі інактивуються окислювальні ферменти, більш повно вилучаються забарвлюючі речовини, частково або повністю гідролізується наявний в поматах протопектин, а також з парами видаляється повітря, що міститься в міжклітинному просторі плодів.

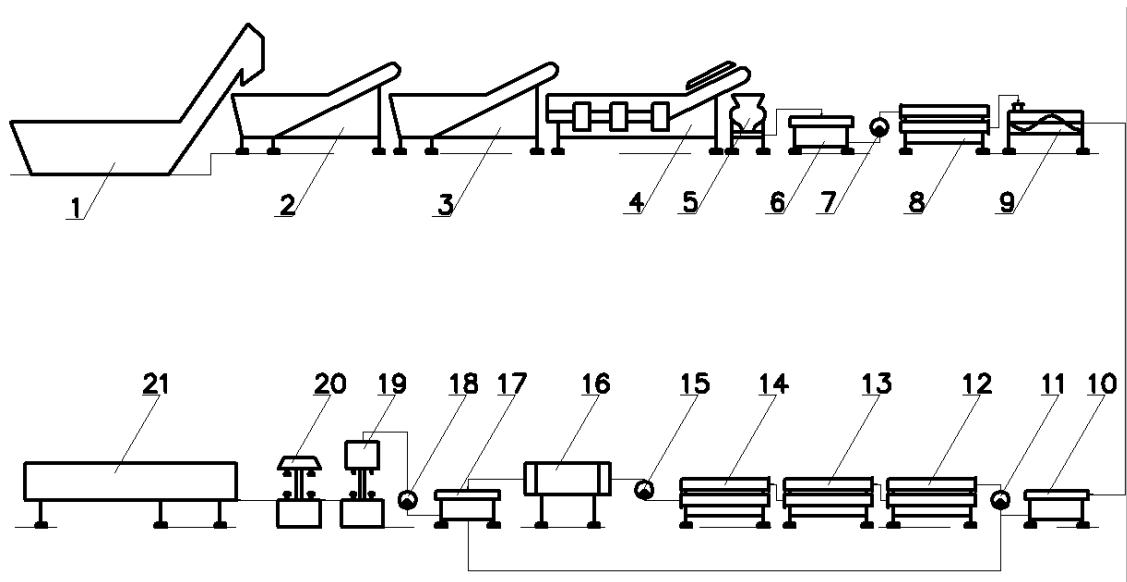


Рис. 2.1. Технологічна схема процесу виготовлення соку:

1 – приймальна ємкість з елеватором; 2, 3 – мийні машини; 4 – роликівий конвеєр; 5 – дробарка-сім'євідділювач; 6, 10, 17 – збірник; 7, 11, 15, 18 – насос; 8, 12, 13, 14 – теплообмінник; 9 – шнековий прес; 16 – стерилізаційна установка; 19 – наповнювач; 20 – закатна машина; 21 – пастеризатор.

Із підігрітої дробленої поматної маси сік вилучають пресуванням на екстракторі 9, що має сито з діаметром 0,5 – 0,7 мм. По мірі віддалення від завантажувального бункера крок шнека поступово зменшується, а діаметр шийки шнека збільшується. Тому при пресуванні маси тиск на неї збільшується,

і сік продавлюється через сито. Вижимки виходять із екстрактора через кільцевий зазор між внутрішньою поверхнею корпусу машини і конічним кінцем шнека: величину зазору регулюють переміщенням шнека по його осі так, щоб вихід соку складав 55 – 56% маси. Відходи, отримані після віджимання соку, використовують при виготовленні концентрованих томатних продуктів.

Отриманий таким способом сік поступає в збірник 10.

Для стерилізації на стерилізаційній установці 16 сік із збірника 10 насосом високого тиску 11 (щоб уникнути закипання маси) перекачують через три теплообмінника, включених послідовно. В першому з них сік підігрівається до температури 125°C, в другому обробка проводиться при температурі 130°C протягом 55 с. В третьому теплообміннику сік охолоджують до температури 96 – 98°C, щоб уникнути скипання під час розливу. Після термічної обробки сік насосом 15 подається у стерилізаційну установку 16.

В стерилізаційній установці 16 сік стерилізують при температурі 100 – 120°C на протязі 20 – 30 хв. Простерилізований сік збирається у збірнику 17. Якщо ж в ході процесу не досягнута потрібна температура стерилізації, то після витримки сік автоматично поступає на рециркуляцію у вихідний збірник 10.

Простерилізований і охолоджений до температури 96 – 98°C сік зі збірника 17 сік за допомогою насоса 18 подається на наповнювач 19.

Для фасування томатного соку використовують скляну і металеву тару місткістю не більше 3 л.

Після фасування тару негайно закупорюють на автоматичній закатній машині 20 і піддають пастеризації в автоклавах або неперервно-діючих пастеризаторах 21. Тривалість теплової обробки залежить від виду і місткості тари.

2.4. Параметри технологічного процесу виготовлення томатного соку

Враховуючи викладені вище відомості по технологічному процесу виготовлення томатного соку, визначаємо характеристики лінії, вказані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Параметри технологічного процесу виготовлення томатного соку

Назва параметру	Значення
Рівень води в мийних машинах	1,5 м
Тривалість миття плодів	120 с
Швидкість руху полотна мийної машини	0,215 м/с
Рівень соку в збірниках	2 м
Температура теплоносія (пари) у системі теплопостачання	125 °С
Тиск теплоносія (пари) у системі теплопостачання	0,3 МПа
Температура I термічної обробки	75 ± 5 °С
Температура II термічної обробки	125 °С
Температура III термічної обробки	130 °С
Тривалість III термічної обробки	55 с
Температура IV термічної обробки	97 ± 1 °С
Температура стерилізації	110 ± 10 °С
Тривалість стерилізації	25 ± 5 хв
Температура пастеризації	97 ± 1 °С
Тривалість пастеризації	40 хв

2.5. Вимоги до автоматизованої системи керування технологічним процесом виготовлення томатного соку

Для даного технологічного процесу ставляться наступні задачі автоматизації:

- автоматичне вмикання і вимикання насосів та вентилів;
- контроль рівня води для миття томатів;
- контроль та регулювання тривалості миття плодів;
- контроль та регулювання температури в теплообмінниках;
- контроль та регулювання тиску пари в теплообмінниках;
- контроль та регулювання тривалості термічної обробки соку;
- контроль рівня соку в збірниках;
- контроль та регулювання температури в стерилізаторі (пастеризаторі);
- контроль та регулювання тиску в стерилізаторі (пастеризаторі);
- контроль та регулювання тривалості стерилізації (пастеризації).

Автоматизовану систему керування технологічним процесом виготовлення томатного соку розроблятимемо з дотриманням вказаного переліку вимог, враховуючи наявне технологічне обладнання (існуюча мережа трубопроводів, насосні агрегати та ін.) та забезпечуючи його функціонування в автоматичному режимі на основі заданих параметрів. Для цього будуть використані сучасні апаратні та програмні засоби автоматизації.

2.6. Визначення керованих параметрів технологічного процесу

Кожний технологічний процес характеризується основними змінними параметрами: змінні, які описують стан процесу. В процесі регулювання стан цих змінних потрібно підтримувати сталим або змінювати в необхідному напрямку. Точність стабілізації змінних стану технологічного процесу залежить від вимог, які встановлюються регламентом, і можливостей системи регулювання.

Дані змінні вимірюються, як правило, безпосередньо або ж обчислюються за іншими відомими параметрами технологічного процесу; змінні, за допомогою яких можна впливати на об'єкт з метою керування ним. Ці змінні складають сукупність регульованих величин; змінні, відхилення яких не пов'язане з дією системи регулювання. Вони визначають вплив на об'єкт керування зовнішніх умов, змінюючи характеристики самого об'єкта. Їх називають збурюючими впливами, які можна (або не можна) вимірювати.

Аналіз технологічного процесу як об'єкта керування передбачає розгляд та оцінку його статичних та динамічних параметрів, їх залежність від зовнішнього впливу, а також взаємозв'язок в процесі регулювання та контролю.

Представивши технологічний процес виготовлення томатного соку у вигляді “чорної скриньки” (рис. 2.2), визначаємо входні та вихідні параметри системи, а також збурюючі фактори.

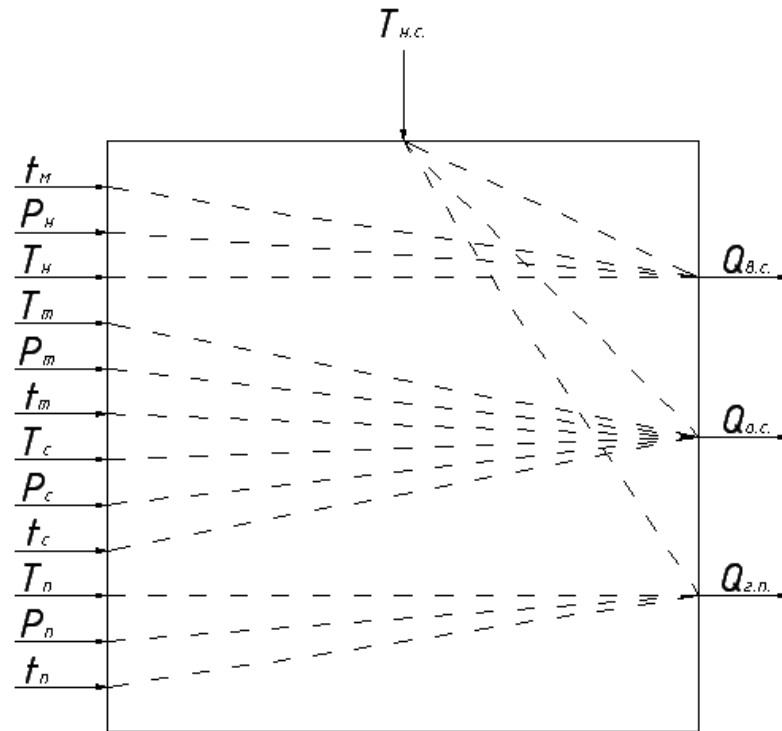


Рис. 2.2. Інформаційна модель технологічного процесу виготовлення томатного соку

Вхідними параметрами технологічного процесу у такому випадку будуть:

t_M – тривалість миття плодів;

P_H – тиск при нагріванні дробленої суміші;

T_H – температура нагрівання дробленої суміші;

T_m – температура термічної обробки соку;

P_m – тиск при термічній обробці соку;

t_m – тривалість термічної обробки соку;

T_c – температура стерилізації;

P_c – тиск при стерилізації;

t_c – тривалість стерилізації;

T_n – температура пастеризації;

P_n – тиск при пастеризації;

t_n – тривалість пастеризації.

Вихідні параметри технологічного процесу:

$Q_{в.с.}$ – якість віджатого соку;

$Q_{о.с.}$ – якість обробленого соку;

$Q_{г.п.}$ – якість готової продукції.

Зовнішні збурюючі фактори:

$t_{н.с.}$ – температура навколишнього середовища.

2.7. Визначення частини технологічного процесу для автоматизації

В результаті автоматизації технологічного процесу виготовлення томатного соку буде забезпечено підтримку необхідних режимів ходу технологічного процесу завдяки забезпеченню постійного контролю поточних значень технологічних параметрів та централізованої видачі керуючих сигналів для керування технологічним процесом.

По-перше, всі запірні клапани і насоси, які використовуються під час протікання технологічного процесу, обладнані пускачами. Це дозволяє централізовано і швидко керувати повністю всім технологічним процесом без простою апаратури і холостих ходів використовуваного обладнання.

Завдяки встановленню сучасних датчиків у апарати технологічної лінії виготовлення томатного соку досягається висока точність контролювання потрібних параметрів (рівня, температури, тиску). Це забезпечує набагато більшу швидкодію кожного об'єкта, а також високу продуктивність всієї установки при менших затратах часу. А також, відповідно, відбувається економія електроенергії, використовуваної сировини, води, пари і т.п. Тобто вся система працює більш скоординовано.

Крім того, контроль тиску в апаратах і регулювання його змін дозволяє завчасно помітити будь-які відхилення від норми у функціонуванні установки і запобігти виникненню аварійних ситуацій на виробництві.

2.8. Аналіз напрямку автоматизації технологічного процесу виготовлення томатного соку

В даний час лінія виготовлення томатного соку суттєво застаріла і має ряд суттєвих недоліків:

- відсутність цілісної системи керування усім використовуваним на виробництві обладнанням, що спричинює меншу продуктивність установок;
- старіння апаратури, котре ускладнює процес її функціонування та ускладнює ліквідацію можливих неполадок та аварій;
- неточність контролю технологічних параметрів процесу застарілими приладами;
- наявність великої кількості ручних налагоджень, для коригування котрих необхідна повна зупинка ходу технологічного процесу.

Вказані недоліки насамперед впливають на якість кінцевого продукту, що є недопустимим в умовах боротьби за ринок збуту, вимоги котрого є строгими перш за все по якості.

Виходячи з вказаних недоліків, вважається за доцільне забезпечити автоматизацію існуючого технологічного процесу виробництва томатного соку з переведенням системи керування на сучасне обладнання з урахуванням оптимального співвідношення функціональності та вартості впровадження засобів автоматизації.

Необхідна оптимізація моментів пуску та зупинки технологічного обладнання для узгодження технологічних одиниць лінії та зменшення холостих ходів обладнання. В результаті оптимізації технологічного процесу очікується збільшення продуктивності з одночасним покращенням якості вихідного продукту.

Саме тому планується використання пускачів двигунів технологічних апаратів виробничої лінії, запірних клапанів на використовуваних трубопроводах і насосів з метою часового урегулювання режимів їх роботи. А саме автоматичний запуск двигунів передбачено на елеваторі приймальної ємкості, конвеєрі мийних машин, роликовому конвеєрі, дробарці-

сім'євідділювачі, наповнювачі, а також закатній машині. Автоматичне регулювання клапанами і пуском двигунів насосів здійснюватиметься відповідно до керуючих сигналів для досягнення оптимальних режимів роботи окремих установок і всієї лінії в цілому.

Буде вмонтовано електричні таймери (реле часу), датчики температури, тиску і рівня у необхідні одиниці обладнання, які подаватимуть вимірювальні сигнали на мікропроцесор (далі на ПК), для досягнення більшої точності контролю важливих параметрів технологічного процесу. Датчик рівня вказуватиме на рівень завантаження сировини в збірники, а також наповнення водою мийних машини. Датчики температури будуть здійснювати автоматичний контроль температури в теплообмінниках, стерилізаційній установці та пастеризаторі. Покази рівня тиску будуть зніматись датчиками в теплообмінниках, а також у стерилізаційній установці та пастеризаторі.

Автоматизовану систему керування технологічним процесом виготовлення томатного соку будемо розробляти з дотриманням вказаного переліку вимог, враховуючи наявне технологічне обладнання (існуюча мережа трубопроводів, насосні агрегати та ін.) та забезпечуючи його функціонування в автоматичному режимі на основі заданих параметрів. Для цього будуть використані сучасні апаратні та програмні засоби автоматизації.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування

На підприємстві в даний час присутня лише часткова автоматизація, але вона не забезпечує достатнього рівня точності підтримання параметрів технологічного процесу, не надає повної інформації про хід технологічного процесу та достатньої гнучкості по зміні окремих параметрів технологічного процесу для його вдосконалення.

Велика частина роботи при цьому відводиться операторам, які повинні контролювати всі процеси та слідкувати за великою кількістю технологічних параметрів. Крім того, ускладнений процес поточного технічного обслуговування і ремонту використовуваного обладнання.

Впровадження засобів автоматизації покращить якість вихідної продукції, підвищить продуктивність і ефективність праці, звільнить операторів від виконання багатьох операцій, зменшить кількість зайнятого на обслуговуванні поточного виробництва персоналу, підвищить надійність функціонування технологічної лінії в цілому, дасть змогу заощаджувати на тепловій та електричній енергії.

Також завдяки автоматизації буде забезпечено більш ефективне запобігання аварійним ситуаціям, тобто усунуто “людський фактор”, внаслідок якого ці ситуації можуть виникнути.

Розглянемо технологічний процес виготовлення томатного соку більш детально.

Спочатку пускачем (1-1) запускається елеватор приймальної ємкості, по якому томати надходять в першу мийну машину. Одночасно із запуском елеватора відкривається вентиль (2-1), по якому в мийну машину надходить чиста вода для миття плодів. При заповненні мийної машини водою на заданому

рівні спрацьовує датчик рівня (2-2), встановлений у мийній машині. Через нього подається сигнал на закриття вентиля подачі чистої води, а також на зупинку елеватора приймальної ємкості. При спрацьовуванні датчика рівня відбувається запуск таймера (2-3) початку миття томатів. По завершенні заданого на таймері період часу, подається сигнал на відкриття вентиля (2-5) для спуску із мийної машини відпрацьованої води і на запуск пускачем (2-4) конвеєра мийної машини, по якому помиті плоди подаються на миття в другу мийну машину.

В другій мийній машині технологічний процес проходить аналогічно першій. Одночасно із запуском конвеєра першої мийної машини відкривається вентиль (3-1), по якому в мийну машину надходить чиста вода для миття плодів. При заповненні мийної машини водою на заданому рівні спрацьовує датчик рівня (3-2), встановлений у мийній машині. Через нього подається сигнал на закриття вентиля подачі чистої води, а також на зупинку конвеєра першої мийної машини. При спрацьовуванні датчика рівня відбувається запуск таймера (3-3) початку миття томатів. По завершенні заданого на таймері період часу, подається сигнал на відкриття вентиля (3-5) для спуску із мийної машини відпрацьованої води і на запуск пускачем (3-4) конвеєра другої мийної машини, по якому помиті плоди подаються на інспекційний конвеєр.

При запуску конвеєра другої мийної відбувається запуск роликового конвеєра пускачем (4-1), куди з другої мийної машини надходять помиті плоди. Паралельно запуску конвеєра відбувається відкриття вентиля (4-2) подачі чистої води до душового пристрою конвеєра, а також відкриття вентиля (4-3) спуску відпрацьованої води.

Остаточні проінспектовані томати подаються на дробарку-сім'євідділювач, із запуском за допомогою пускача (5-1) двигуна якої відкривається вентиль (6-1), через який дроблена суміш поступає у збірник. У збірнику встановлений датчик рівня (6-2), який сигналізує про досягнення дробленою сумішшю заданого рівня у збірнику. При цьому пускачем (7-1) вмикається двигун насоса, за допомогою якого дроблена суміш зі збірника перекачується в теплообмінник. Паралельно відкривається вентиль (8-1), який подає пару до теплообмінника. В

теплообміннику встановлені датчик тиску (8-2) та температури (8-3) для контролю відповідно тиску пари та температури суміші в теплообміннику. При нагріванні дробленої суміші до потрібної температури відбувається закриття вентиля подачі теплоносія і відкриття вентиля (8-4) спуску відпрацьованої води (сконденсованої пари). Паралельно відкривається вентиль (9-1) подачі нагрітої суміші до шнекового пресу, а також запуск його двигуна пускачем (9-2).

Віджятий сік самопливом поступає у збірник. При досягненні нагрітим соком заданого рівня у збірнику, про що сигналізує датчик рівня (10-1), пускачем (11-1) запускається двигун насоса, який перекачує його до першого з трьох послідовно встановлених теплообмінників.

В теплообміннику відбувається відкриття вентиля (12-1) подачі пари, за допомогою якої сік при заданому тискові, що контролюється датчиком тиску (12-2) нагрівається до потрібної температури, про що сповіщає датчик температури (12-3). Після цього відбувається закриття вентиля подачі пари до теплообмінника, відкриття вентиля (12-4) спуску сконденсованої пари, а також відкриття вентиля (13-1), через який сік поступає в другий теплообмінник.

У другому теплообміннику технологічний процес відбувається аналогічно першому. Тут відбувається відкриття вентиля (13-2) подачі пари, за допомогою якої сік при заданому тискові, що контролюється датчиком тиску (13-3) нагрівається до потрібної температури, про що сповіщає датчик температури (13-4). Крім того, у другому теплообміннику таймером (13-5) контролюється і регулюється час витримки соку, відлік якого починається при нагріванні соку до потрібної температури. При витримці соку на протязі заданого періоду часу відбувається відкриття вентиля (14-1) і надходження соку до третього теплообмінника. Паралельно перекачуванню соку відкриттям вентиля (13-6) відбувається спуск відпрацьованої води.

В третьому теплообміннику відбувається охолодження соку до потрібної температури, про що сигналізує датчик температури (14-4) при заданому тискові, що контролюється датчиком тиску (14-3). При досягненні заданої температури закривається вентиль (14-2) подачі теплоносія до теплообмінника і відкриття

вентиля (14-5) спуску сконденсованої пари. Після цього пускачем (15-1) вмикається двигун насоса, який перекачує сік у стерилізаційну установку.

У стерилізаційній установці при заданому тискові, контрольованому датчиком тиску (16-2) відбувається нагрівання соку до встановленої температури, що контролюється датчиком температури (16-3), витримка його при цій температурі встановлений період часу таймером (16-4), а також охолодження соку до потрібної температури, щоб уникнути скипання соку при розливі. Паралельно відбувається закриття вентиля (16-1) подачі теплоносія до стерилізаційної установки, а також відкриття вентиля (16-5) спуску відпрацьованої води (сконденсованої пари) з неї. Відкриттям вентиля (17-1) подачі простерилізованого соку він надходить у збірник. У випадку недосягнення соком необхідної температури стерилізації відбувається відкриття вентиля (11-2), через який сік поступає у початковий збірник, що знаходиться перед рядом теплообмінників.

Коли простерилізований сік досягає у збірнику заданого рівня, про що сповіщає датчик рівня (17-2), пускачем (18-1) вмикається двигун насоса, який перекачує його на наповнювач. Паралельно вмиканню пускачем (19-1) наповнювача і наповненню тари соком пускачем (20-1) вмикається закаточна машина, до якої надходить розфасований сік на закупорювання.

Останньою стадією технологічного процесу виготовлення томатного соку є пастеризація готового розфасованого продукту. В пастеризаторі відбувається нагрівання продукту до потрібного значення температури, контрольованої датчиком температури (21-3), контроль величини тиску датчиком тиску (21-2), та витримка соку при досягнутій температурі таймером (21-4) встановлений період часу. Після цього відбувається охолодження продукції до потрібного значення температури шляхом закриття вентиля (21-1) подачі теплоносія до пастеризатора з паралельним відкриттям вентиля (21-5) спуску сконденсованої пари.

3.2. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

3.2.1 Вибір давачів

Введення засобів автоматизації у виробництво значно залежить від правильності їх вибору. Вибір вважається правильним, якщо при цьому забезпечується якість контролю і регулювання процесу з врахуванням середовища, що контролюється або регулюється, максимальна взаємозамінність приладів, надійна експлуатація в умовах заводу.

Вибрані ТЗА забезпечують вимірювання та перетворення сигналів з високою точністю та надійністю, що є дуже важливим фактором при розрахунку економічної ефективності. Перевагою вибраних ТЗА є те, що вони мають уніфікований струмовий сигнал, що дозволяє без проблем під'єднувати їх до мікроконтролерів та електронно-обчислювальних машин.

Вимогам даного виробництва в значній мірі задовольняють засоби автоматизації загальнопромислового виготовлення. До них відносяться прилади і вимірювальні перетворювачі температури (термоелектричні перетворювачі типу ТПК(ХА), тиску (датчик тиску DMP 331), рівня (ультразвуковий рівнемір типу KOBOLDNUS), витратомір-лічильник (Js 90-1,5NK).

Електроконтактний манометр

Електроконтактний манометр марки M160-R-1,6 призначений для вимірювання тиску в діапазоні від 0...0,1 до 0...100 МПа, діапазон робочих температур лежить в межах $-40...+50$ °С при цьому вологість оточуючого середовища не повинна перевищувати 95%. Вимірювальний механізм (пружина Бурбона) та приєднувальний патрубок – латунь, оправа – сталь, оглядове вікно – пластик. Манометр комутує два електричні ланцюги. Ланцюг 1 замикається при

перевищенні тиску вище заданого, ланцюг 2 – при зниженні тиску нижче заданого.

Напруга, яка допускається на комутованих ланцюгах $\sim 220\text{В}$ або $\sim 380\text{В}$, максимальна сила струму $0,1\text{А}$. Манометр відноситься до відображаючих реєструючих приладів.

Перевагами давача є можливість виконання у захисному корпусі зі ступеню захисту IP50. Недоліками цього датчика є неможливість знімати покази в будь-який момент часу, а також без можливості підключення його до контролера, великі габаритні розміри (діаметр корпусу 160 мм).

У наступного датчика тиску відсутні всі перераховані вище недоліки, що дозволяє використовувати його у системі автоматичного керування.

Давач тиску DMP 331

Перетворює тиск в електричний сигнал і призначений для вимірювання тиску в діапазонах $0,0061 - 2,6\text{ МПа}$.

Переваги і особливості:

- компактна і міцна механічна конструкція датчика в корпусі з нержавіючої сталі для важких умов експлуатації;
- низька температурна залежність;
- висока лінійність і довготривала стабільність характеристик;
- широкий вибір типів електричного і механічного приєднання;
- швидкий час відгуку;
- тривалий термін служби;
- можливий варіант виконання корпусу для польових умов;
- герметичне нероз'ємне кабельне з'єднання або кабельний роз'єм, що обертається;
- малі габаритні розміри.

Технічні характеристики:

1. діапазони тиску: від $0..0,0061\text{ МПа}$ до $0...2,6\text{ МПа}$;

2. вихідні сигнали: 4..20 мА /2-х пров.; II 1G Eex і ПС Т4/4..20 мА/ 2 пров.; 0...20 мА / 3-х пров.:

- 0..10 В / 3-х пров.; 0...5 В / 3-х провідникового виконання;
- 0..1 В / 3-х провідникового виконання;
- 1..6 В / 3-х провідникового виконання;
- 4..20 мА / 3-х провідникового виконання;

3. клас захисту IP 65-68;

4. точність 0,5% / 0,25% у всьому діапазоні згідно ІЕС 60770.

Термоелектричний перетворювач типу ТПК(ХА)

Термоелектричний перетворювач представляє собою термоелектричний ланцюг (термопару), яка утворена двома різними металевими провідниками з двома спаями.

Технічні характеристики:

1. клас допуску – 2;
2. робочий діапазон вимірювання – -40...+400°С;
3. умовний тиск – 10 Мпа;
4. діаметр термоелектронного дроту – 0,5; 0,7;
5. показник теплової інерції, не більше:
 - з ізолюваним робочим спаєм – 20 с;
 - з неізолюваним робочим спаєм – 10 с;
6. опір ізоляції – не менше 100 Мом;
7. кількість робочих термопар в виробі – 1 шт.; 2 шт;
8. матеріал захисної арматури – сталь 12Х18Н10Т.

Витратомір-лічильник Js 90-1,5NK

Витратомір тахометричного типу (водомір) з передатчиком імпульсів. Базова модель має один імпульсний вхід. Даний прилад оснащений крильчатим одноструйним лічильником.

Технічні характеристики:

1. клас точності 4 (по ДСТУ 3339-97);
2. номінальна об'ємна витрата 0,03 – 3 м³/год;
3. температура теплоносія в трубопроводі до 90°С;
4. живлення автономне від літійового елемента 3,6 В зі строком служби 5-6 років.

Заслінка дискова поворотна ASTM A216-WCB

Затвор (заслінка) дискова поворотна призначена для регулювання витрат і тиску рідких середовищ, а також використана в якості запірно-регулюючого пристрою трубопроводу.

Затвор дисковий відносяться до запірно-регулюючої арматури.

Поворотний дисковий затвор являє собою круглу дискову заслінку з ущільненням, що дозволяє забезпечити перекриття потоку. Ущільнення затвору забезпечується зміщенням осі обертання диска і застосуванням ущільнювального гумового шнура або наплавленого ущільнення.

Керування заслінкою здійснюється за рахунок електроприводу.

Технічні характеристики:

- корпус – тип 4, безфланцевий з вушками для кріплення до трубопроводу (монтується в трубопровід через фітинг);
- привід механізму – електричний;
- діаметр відповідно до трубопроводу – 50 мм;
- крутний момент – 38 Н·м, при тиску закриття 50 psi;
- коефіцієнт потоку – 220 відповідно до кута перекриття 90°;
- матеріал корпусу – сталь 20;
- температура робочого середовища – -40..+440°С;

- умови експлуатації – за ГОСТ 15150-69 – У1, Т1;
- середовище роботи – рідкі та газоподібні середовища, в тому числі вуглецеві з коефіцієнтом корозії не більше 0,2 мм/год.;
- допустимий тиск потоку – до 2,5 кг·с/см².

3.2.2 Вибір виконавчих механізмів і регулюючих органів

Регулятор тиску РДЖТ – 1 – М1.

Регулятор тиску призначений для автоматичного регулювання тиску води при виготовленні шиферу методом гідропресування.

Кліматичні умови:

- температура від +1 до +50 ° С;
- відносна вологість 80% при температурі 25 ° С (виконання УХЛ 4 по ГОСТ 15150-82).

Технічні характеристики:

- робоче середовище: вода з параметрами;
 - робочий діапазон температур від 5 до 80 ° С;
 - чистота не нижче 10 класу чистоти за ГОСТ 17216-71;
 - тиску: 4 МПа +0,3 МПа (40 кгс/см² +3 кгс/см²);
 - умовний прохід: 10 мм;
 - Умовна пропускна здатність: (0,25 +0,025) м³ / ч.
 - межі налаштування (уставки) регульованого тиску: нижній - не більше 0,3 МПа (3,0 кгс/см²); верхній - не менше 4 МПа (40 кгс/см²);
 - зона пропорційності (регулювання) регулятора: не перевищує 1,6% від верхньої межі настроювання.
- маса, не більше: 2,4 кг.

Пускач

Пускачі типу ПМ 12-100140 призначені для роботи в стаціонарних установках для дистанційного пуску безпосереднім підключенням до мережі, зупинки і реверсування трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим ротором до 660 В змінного струму частоти 50 і 60 Гц.

Пускачі здійснюють захист керованих електродвигунів від перевантажень неприпустимої тривалості і від струмів, що виникли при обриві однієї з фаз.

Пускачі, що комплектуються обмежувачами перенапружень, придатні для роботи в системах управління із застосуванням мікропроцесорної техніки.

Для збільшення кількості допоміжних контактів пускачі допускають установку однієї контактної приставки ПК.

Пускачі класу зносостійкості Б і В мають нижчі значення по комутації і механічній зносостійкості.

Втягуючи котушки пускачів придатні для роботи в ланцюгах від 24 до 660В 50Гц і від 24 до 440В частоти 60Гц.

3.2.3. Вибір контролерів

Порівняльна характеристика та опис існуючих типів контролерів

Застосування АСКТП дає можливість забезпечити ефективне керування технологічними процесами. Централізовані системи керування, в свою чергу, дозволяють підвищити вимоги до точності контролю і регулювання, реалізувати більш складні системи керування. Основне завдання системи управління процесом виготовлення томатного соку – точне вимірювання заданого оптимального режиму.

Система автоматизованого управління – це електронне устаткування, яке потрібне для управління конкретним процесом. Вона може включати всі елементи, починаючи від управляючого комп'ютера і далі вниз – заводський комп'ютер, програмуючі контролери (які можуть бути об'єднані в систему), і

потім система управління: вимикачі, крокові двигуни, датчики, вентилі, які контролюють і управляють механічними операціями.

Siemens SIMATIC S-серії

Промислові контролери серії Siemens SIMATIC S7-300 дозволяють створювати локальні та розподілені системи управління технологічних ліній і невеликих цехів.

Ключові характеристики Siemens SIMATIC S-серії:

- Модульний принцип дозволяє підібрати найбільш відповідний рішення, оптимальне по вартості;
- Різні модулі CPU відрізняються продуктивністю і об'ємом пам'яті, наявністю інтерфейсів: PROFIBUS і PROFINET, наявністю інтегрованих входів-виходів і можливістю виконання технологічних функцій (швидкісний рахунок, позиціонування і т.п.);
- Робота з периферійними пристроями по мережах: PROFIBUS DP і PROFINET IO;
- Прозорий обмін даними між контролерами в мережах PROFIBUS, Industrial Ethernet і PROFINET CBA;
- Інтерфейсні модулі дозволяють розмістити до 32 модулів контролера на чотирьох стійках;
- Сигнальні модулі дискретних (SM321, SM322, SM323, SM327) і аналогових (SM331, SM332, SM334, SM335) сигналів дозволяють підключити до контролера всілякі датчики і видавати стандартні керуючі впливу;
- Функціональні модулі використовуються для швидкісного рахунку, позиціонування, роботи з кроковими двигунами і ваговимірвальними системами, для реалізації функцій електронного команд-контролера або функцій швидкісного логічного співпроцесора;
- Комунікаційні процесори потрібні для роботи в промислових мережах PROFIBUS, PROFINET і Industrial Ethernet/Internet, MODBUS, мережах

польового рівня AS Interface, а також для зв'язку з іншими пристроями через інтерфейс RS485/RS232;

- Нова концепція пам'яті не вимагає використання буферних батарей, роблячи контролер абсолютно не обслуговуються і дуже надійними;
- Вичерпна діагностика (діагностичний буфер);
- Програмне забезпечення STEP-7 пропонує всі необхідні кошти для комфортного програмування та швидкої налагодження, а також для редагування програми і завантаження програмних блоків при роботі контролера.

Але не дивлячись на велику кількість переваг, даний тип контролерів все рівно залишається достатньо дорогими в порівнянні з контролерами інших компаній, які випускають також модульні багатоканальні системи з великими потужностями, але набагато дешевше.

Реміконт Р-130

Мікропроцесорний контролер Реміконт Р-130 належить до класу малоканалних засобів автоматизації. Конструктивне виконання передбачає щитовий або підвісний монтаж. Цей контролер може обслуговувати до 32 входів-виходів. Крім засобів зв'язку з об'єктом контролер має інтерфейсний канал послідовного зв'язку ІРПС. На передній панелі розташовані елементи оперативного керування за допомогою яких реалізуються оперативні команди для зміни режимів роботи, режиму завдання, запуску програмованого задавача і контролю різних сигналів.

Реміконт Р-130 дозволяє реалізовувати одноконтурні каскадні та програмні системи автоматичного регулювання. Цей контролер може реалізувати 4 незалежних контури регулювання. При чому кожен з контурів може бути або каскадним або програмним.

Р-130 може реалізовувати алгоритми логічно-програмного керування. Для застосування контролерів Р-130 і великих АСКТП передбачена можливість об'єднання до 15 контролерів за допомогою інтерфейсу (ІРПС) в кільцеву

мережу, яка має назву транзит. Для зв'язку з автоматизованим місцем роботи оператора одним з елементів мережі має бути так званий шлюз (міст), який за допомогою інтерфейсу RS-232 зв'язується з будь-яким персональним комп'ютером.

Мікконт-180.

Програмований логічний контролер Мікконт-180 ЗАО “ТЕСС-Інжинірінг”. До складу комплекту поставки контролера Мікконт М-180 входять наступні блоки: центральний блок, блок харчування, два клемно-блочних з'єднувачі (КБЗ) для аналогових і дискретних сигналів, нуль-модемний кабель.

Апаратна частина:

Контролер має 8 ізольованих один від одного і від живлення приладу входів (також доступна для замовлення модифікація без гальванічної розв'язки) для перетворення в цифрову форму уніфікованих токових сигналів – 0-5, 0-20, 4-20 мА чи напруги в діапазоні 0-10 В. Вибір відповідного діапазону встановлюється перемичками, встановленими в блоках КБЗ. При використанні блоків посилення сигналів термопар і резистивних датчиків (БУТ, БУС) надається можливість працювати безпосередньо з первинними перетворювачами фізичних величин. Максимальна похибка АЦП після калібрування складає 0,3 % при дії всіх дестабілізуючих факторів.

Контролер має 4 зв'язаних у групу й ізольованих від живлення приладу аналогових виходу уніфікованих токових сигналів 4-20 мА, максимальна похибка ЦАП після калібрування – 0,5 %. Сумарна кількість дискретних входів/виходів 32. У типовому варіанті є 16 дискретних входів і 16 дискретних виходів, це співвідношення можна змінити при замовленні.

Для реалізації ЧМІ контролер має буквено-цифровий рідкокристалічний індикатор, що відображає поточні параметри керованого процесу, 7 функціональних клавіш для оперативного керування процесом, а також світлодіодні індикатори для визначення помилок контурів регулювання й аварій.

У контролері встановлений енергонезалежний годинник реального часу для забезпечення прив'язки ТП до часу доби.

Програмне забезпечення:

Базове ПО контролера дозволяє організувати процес керування 4 незалежними контурами з різними законами регулювання, що мають аналоговий чи імпульсний вихід. У кожному контурі можна активізувати ручний, програмний чи зовнішній датчик і контролювати на індикаторі наступні поточні параметри ТП: завдання, вхід, неузгодженість, вихід, довільний параметр, параметри програми, помилки контуру. Переключення виду завдання і реконфігурація контуру виробляються ненаголошено завдяки вбудованим механізмам динамічного і статичного балансування.

Віртуальна модель контролера дозволяє встановлювати до 255 алгоблоків. Базова бібліотека містить більш 70 алгоритмів цифрової обробки, що поставляються в комплекті Реміконт Р-130, і включає алгоритми: регуляторів (ПІД, ПДД2), датчиків (ручний, програмний), динамічних і статичних перетворень, аналого-дискретної, дискретної і логічної обробки. Бібліотека може бути розширена до 255 алгоритмів для виконання специфічних функцій. Час циклу контролера складає від 0,1 до 0,4 с і встановлюється з кроком 0,05 с.

Процес програмування зводиться до витягу з бібліотеки, що записана в постійній пам'яті контролера, необхідних алгоритмів, об'єднанню цих алгоритмів у систему заданої конфігурації й установці необхідних параметрів настроювання.

Advantech ADAM-5000

Мікроконтролер ADAM-5000 компактний багатофункціональний мікропроцесорний контролер для автоматичного регулювання і логічного керування технологічними процесами в багатьох галузях промисловості. Контролер орієнтований на розв'язок широкого класу задач регулювання і

керування. Він дозволяє вести локальне, каскадне, програмне, багато зв'язане регулювання, а також логічно-програмне дискретне управління.

ADAM-5000 є комплексом технічних засобів, в склад якого входять центральний мікропроцесорний блок контролера і низка додаткових блоків - УСО.

Основні переваги мікроконтролера ADAM-5000: не великі габарити; простота використання; висока потужність; економічність; багатомодульна будова; можливість використання додаткових блоків.

При виборі керуючого пристрою враховувались такі фактори, як точність стабілізації та регулювання вихідних параметрів, допустима ціна пристрою, його надійність, можливість наступного нарощування системи та програмної зміни її архітектури.

Також важливою особливістю даного типу контролера являється можливість нарощування виробничої потужності без особливих затрат, так на модулі вводу/виводу можна підключати давачі різного класу та виду з різного типу вихідними сигналами.

Всім вище перерахованим вимогам відповідає мікропроцесорний контролер ADAM-5000. Він забезпечить оптимальне керування виробництвом з врахуванням техніко-економічних аспектів, вимог з охорони праці та оточуючого середовища.

Характеристика автоматизованої системи по специфікації давачів.

Для функціонування системи було вибрано мікроконтролери Advantech ADAM 5000 серії: один програмуючий 8 слотовий блок ADAM-5510E, два 3-канальних модулі підключення термометрів опору ADAM-5013, один 8-канальний модуль аналогового входу ADAM-5017P, один 4-канальний модуль аналогового виходу ADAM-5024, один 16-канальний універсальний модуль дискретного входу/виходу ADAM-5050, один 16-канальний модуль дискретного виходу ADAM-5056.

Характеристика блоку контролера ADAM-5510E

Програмований 8 слотовий контролер з розширенням ADAM-5510E (рис. 3.1) - ідеальне рішення для завдань збору даних і керування. Це компактний автономний контролер із процесором на базі Intel x86 з підтримкою Datalight ROM-DOS. Пам'ять SRAM з убудованою батареєю є кращим рішенням для застосування в області комплексної логіки або зберіганні даних.



Рис. 3.1. Програмований контролер з 8 слотами розширення ADAM-5510E

Можливе написання прикладних програм для ADAM-5510E мовою C/C++ і завантаження їх у контролер. Використовуючи ADAM-5510E, користувачі можуть легко здійснювати спеціальні функції, які не доступні звичайним контролерам. Кожна система ADAM-5510E підтримує від 4 до 8 слотів вводу/виводу (від 64 до 128 крапок вводу/виводу).

Технічна характеристика:

- 16-розрядний мікропроцесор;
- флеш-ПЗП: 1,5 Мбайт;
- статичне ОЗП: 640 кбайт;
- операційна система ROM-DOS;
- кількість модулів вводу-виводу: до 8;

- послідовні порти: 2xRS-232/485, 1xRS-485, 1xRS-232 (прогр.);
- швидкість обміну до 115,2 кбіт/с;
- кількість вузлів мережі на один порт RS-485 до 256;
- програмна підтримка: бібліотека функцій на Turbo C++ 3.0 для DOS, UltraLogik.

Характеристика модуля ADAM-5013

3-канальний модуль ADAM-5013 (рис. 3.2) – призначений для підключення термометрів опору будь-якої вимірювальної категорії.



Рис. 3.2. Модуль під'єднання термометрів опору ADAM-5013

Технічна характеристика:

- кількість каналів – 3;
- ефективний роздільна здатність 16 біт;
- тип вхідного сигналу – Pt або Ni термометр опору ;
- напруга ізоляції 3000 В постійного струму;
- частота вибірки 10 Гц (загальна);

- смуга пропускання – 2,62 Гц;
- схема під'єднання – 2-, 3- або 4-провідникова.

Характеристика модуля ADAM-5017P

8-канальний модуль аналогового вводу ADAM-5017P (рис. 3.3) – призначений для підключення датчиків з аналоговими виходами по струму та напрузі. Головною відмінністю даного модуля від ADAM-5017 являється можливість встановлення діапазонів вимірювання для кожного з каналів окремо.

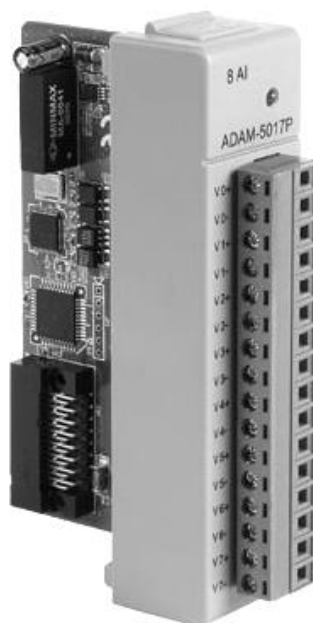


Рис. 3.3. Модуль аналогового вводу ADAM-5017P

Технічна характеристика:

- канали: 8 диференціальних незалежних;
- ефективний роздільна здатність 16 біт;
- діапазони вхідного сигналу: 0..150, 0..500, ± 150 , ± 500 мВ, 0..1, 0..5, 0..10, 0..15, ± 1 , ± 5 , ± 10 В; 0...20 мА;
- напруга ізоляції 3000 В постійного струму;
- частота вибірки 10 Гц (загальна);
- вхідний опір 20 МОм.

Характеристика модуля ADAM-5024

Даний 4-канальний модуль аналогового виводу (рис. 3.4) призначений для підключення перетворювачів частоти, напруги та струму, а також інших датчиків з аналоговим входом.



Рис. 3.4. Модуль аналогового виводу ADAM-5024

Технічна характеристика:

- кількість каналів – 4;
- ефективна роздільна здатність 12 біт;
- вихідний діапазон – 0..20 мА, 4..20 мА, 0..10 В;
- напруга ізоляції 3000 В постійного струму;
- програмована швидкість налагодження вихідного каналу – 0,125..0,128 мА/с, 0,625..64,0 В/с.

Характеристика модуля ADAM-5050

Універсальний 16-канальний модуль дискретного вводу/виводу ADAM-5050 (рис. 3.5) – призначений для підключення датчиків із дискретними виходами та регулюючих органів із дискретними входами.

Технічна характеристика:

- кількість каналів – 16;
- встановлення режиму роботи – розрядний за рахунок DIP-перемикачів;
- вхідний сигнал – дискретний вхідний сигнал 30 В («сухі» контакти);
- вихідний сигнал – відкритий колектор (30 В/ 0,1 А).



Рис. 3.5. Модуль дискретного вводу/виводу ADAM-5050

Характеристика модуля ADAM-5056

16-канальний модуль дискретного виводу ADAM-5056 (рис. 3.6) використовується для підключення реле та електромагнітних пускатрів.



Рис. 3.6. Модуль дискретного виводу ADAM-5056

Технічна характеристика:

- кількість каналів – 16;
- вихід – відкритий колектор на 30 В, 100 мА максимальне навантаження;
- розсіювана потужність – 450 мВт;
- споживана потужність – 0.25 Вт (стандартно), 0.53 Вт (максимально).

3.3. Специфікація засобів контролю і керування

Таблиця 3.1. Специфікація на засоби автоматизації

№ п/п	Номер позиції на ФСА	Технологічний параметр	Місце встановлення	Назва засобу та коротка технічна характеристика	Тип	Кількість
1.	2-2 3-3 4-3 5-2 5-5 5-8	Тиск	По місцю	Датчик тиску. Клас захисту IP 65-68. Точність 0,5 %. Вихідні сигнали 4 - 20 мА.	DMP 331	6
2.	3-1	Рівень	По місцю	Ультразвуковий рівнемір. Межа вимірювання сипучих тіл до 2м. Точність виміру $\pm 0,25\%$	KOBOLDN US	1
3.	2-1 2-5 4-1 4-2	Температура	По місцю	Термоелектричний перетворювач. Номінальна статична х-ка ХА. Захисна арматура з сталі 12Х18Н10Т. Клас допуску 2.	ТПК(ХА)	4

4.	5-1	Струм	По місцю	Амперметр. Частота 45 - 1500 Гц. Границя на постійний і змін- ний струм 0,25 - 1 Ом. Клас випробування 2 кВ. Клас точності 0,5	Е 59	1
5.	2-1	Напруга	По місцю	Давач постійної та змінної напруги ДНХ. Вихідний сигнал – 4..20 мА.	Давач постійної та змінної напруги	1
6.	2-3 3-2 4-4 5-3 5-6 5-9	Витрата	По місцю	Витратомір- лічильник. Клас точності 4. Об'ємна витрата до 3 м ³ /год.	Js 90-1,5NK	6

3.4. Обґрунтування вибору і опис принципових схем автоматизації

3.4.1. Блок живлення

Система ADAM-5000 розроблена для роботи із стандартними промисловими блоками живлення +24В постійного струму та допускає під'єднання будь-якого блоку живлення, що забезпечує напругу в діапазоні (+10..+30)В постійного струму. При цьому рівень не повинен перевищувати 5В

(пікове значення) і амплітудне значення напруги відносно 0 з врахуванням пульсацій не повинно виходити за межі (+10..+30)В постійного струму.

До джерел живлення в апаратурі промислової автоматики та електроніки пред'являються серйозні вимоги. Джерела повинні бути надійні, живлячи устаткування цілодобово протягом багатьох років і працюючи в тяжких умовах реального промислового виробництва.

Всі блоки живлення забезпечують:

- високу точність стабілізації вихідної напруги при коливаннях вхідної напруги й різких змін струму навантаження;
- низький рівень пульсацій вихідної напруги;
- надійний захист від коротких замикань у ланцюзі навантаження;
- захист від перевантаження й роботи на холостому ході;
- гальванічний поділ вхідних і вихідних ланцюгів;
- високий КПД;
- роботу із природним охолодженням.

Виходячи з умов використання та вище описаної технічної характеристики мікроконтролерного блоку, виберемо 2 блоки живлення з одним виходом, які монтуються на DIN-рейку в шафі керування.

Згідно специфікації система ADAM-5000 потребує стандартний блок живлення від +10В до +30В напруги постійного струму до 2А та потужністю до 30Вт. Отже з великого спектру БЖ нам необхідно вибрати надійний та помірний в ціні блок живлення, який можна замовити на території України. З вище перерахованих, поряд з високими технічними характеристиками можна вибрати наступні джерела живлення фірм WIELAND, CARLO GAVAZZI, AUTONICS, HAHN, які мають зразкову конструкцію та дизайн. Після огляду технічної документації вибрано блок живлення: WIELAND SPA-030-24.

Для додаткового живлення окремих датчиків та пускачів, виберемо джерело живлення того ж виробника, але меншої потужності: WIELAND SP0324.

3.4.2. Блок дробарки-сімевідділювача

Електрообладнання і електроприводи автоматики забезпечують управління електроприводами установок, що входять у лінію, а також контроль і регулювання необхідних технологічних параметрів цих установок.

При цьому передбачене блокування і інші міроприємства, що забезпечують безпечну роботу обладнання. Для управління електроприводами лінії застосовані низьковольтні комплектні прилади НКУ на основі речних блоків серії Б, розміщені в щитах відкритого виконання з верхнім підвісом кабелів.

Металоконструкція всіх установок лінії повинна бути приєднана до цехового контура захисного заземлення, для чого на кожній з установок передбачений спеціальний болт, вказаний в кресленні установки.

У відповідності з потребами технології управління лінією проводиться поагрегатно.

Обладнання агрегату, установка регенерації вод, дозуючий насос до агрегату обробки поверхні і вентилятора обдувки включається зі щита управління і контролю ЩУК лінії:

обладнання агрегату обробки поверхні зі щита Щ агрегату;

обладнання блоку сімевідділювача включається зі щита ЩУК лінії;

Конвеєр включається або з ящика управління, або з місцевого поста.

Щити і ящик управління розміщені в щитовому приміщенні, пульти високовольтно-випрямляючого приладу розміщений на агрегаті покраски.

На щиті ЩУК лінії змонтована апаратура сигналізації, що дозволяє визначити стан обладнання установок лінії.

Контроль роботи обладнання установок здійснюється зеленими лампами. При аварії з обладнанням загоряється відповідна червона лампа і дзвонить дзвоник. Звукову сигналізацію відключають кнопкою, схемою передбачено опробування ламп.

В ручному режимі виконуються пуско-налагоджувальні і ремонтні роботи, а також перекачка соку.

В автоматичному режимі виконується робота блоку очистки.

Подати електроживлення на складові ланцюги і ланцюги управління.
Встановити вибирач режиму в положення ручного керування.

Вихідне положення вентилів – закрите.

3.5. Обґрунтування вибору щитів, пультів, і монтажу засобів автоматизації

Щити і пульти системи автоматизації призначені для розміщення на них засобів керування і контролю технологічним процесом.

Центральний пункт керування, де будуть встановлені оперативні щити, розташовується за межами компресорного залу. Оскільки АГНКС відноситься до вибухо-пожеже небезпечного виробництва, то розміщення операторських приміщень повинно відповідати вимогам техніки безпеки, що вказані в розділі «Охорона праці».

Щити системи автоматизації повинні відповідати ДСТУ 3244-90 і призначені для встановлення в закритих приміщеннях з температурою оточуючого середовища від -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$ при відносній вологості не більше 80% і відсутності вібрації, агресивних газів парів і струмопровідного пилу.

В графічній частині проекту показано загальний вигляд панельного щита. При встановленні апаратури в середині щитів були враховані наступні умови:

- розміри допустимих полів монтажу щитів;
- способи встановлення апаратури на уніфікованих монтажних конструкціях ;
- виступаючі засоби автоматизації і апаратури керування, що встановлюється на фасадних панелях щитів;

– необхідні проходи обслуговування в середині щитів і в просторі за панельними щитами.

Електричні проводки вимірювальних ліній виконуються в приміщенні пункту керування на рівні верхньої частини щита, а потоки електричних ліній живлення, управління та сигналізації – на рівні нижньої частини щита.

Електричні та трубні проводки повинні відповідати всім вимогам, що забезпечують надійну і безаварійну роботу обладнання. Кабелі, що йдуть від давачів, встановлених на об'єкті, повинні бути поміщені в захисні труби або мати броньовану захисну поверхню. Для об'єднання декількох кабелів в один використовують з'єднувальні коробки.

Електричні проводки від з'єднувальних і протяжних коробок до відповідних панелей щитів використовують установочними проводами в коробках чи лотках, або неброньованим кабелем на кабельних конструкціях. Всі кабельні проводки, що проходять поблизу технологічного обладнання і трубопроводів повинні прокладатися з таким розрахунком, щоб температура оточуючого повітря не перевищувала задані межі для кожного конкретного типу кабелю.

При проходженні через стінки або перекриття будівель і споруд необхідно передбачити розмір пройому, а також герметизуюче ущільнення в разі необхідності.

В операторному приміщенні розміщений панельний щит ЩШМ-1000х600х350.

У нижній частині щита розміщений сигналізуючий пристрій. На нього виводяться сигнали які відносяться до температури і тиску. Температура і тиск газів та води сигналізується по верхньому і нижньому рівні.

У верхній частині щита розміщена сигналізація і управління насосом.

У нижній частині по центру розміщена кнопки для перевірки лампочок на щиті і зупинки станції.

Специфікація щита керування представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Специфікація щита керування

Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
Документація				
Стандартні вироби				
1		Щит ЩШМ 1000х600х350 УХЛ ІР30, ОСТ 36.13-50	1	
2		Кутник УЗМ-600, ТКЗ- 128-83	4	
3		Рейка Р600, ТКЗ-101-83	1	
4		Колодка ТУ36.1222-72	1	ТМ3-18-83
Інші вироби				
5	SB1	Тумблер-вимикач ТВ 2:1	1	ТН4-1213-73
6	SA2	Тумблер-вимикач ТВ 1:4	3	ТН4-1212-73
7	SF4	Вимикач автоматичний АЕ2016-10; I _{роз} – 5А	1	
8	HL4–HL9	Табло ТСН	6	ТН4-1223-73
9	HL1–HL3	Арматурна сигнальна АС- 220	9	Зелена лінза
10	K1–K7	Реле ПЭ 37-22	7	ТН3-13-83
	VD1–VD11	ЕЛ-10-143, 220 В, 50 Гц	1	ТН3-13-83
11	TV1	Трансформатор ОСН1- 0.193 220/24 В	1	ТН3-16-83
12		Діод Д226Б	11	ТН3-16-83
13		Блок затискачів БЗ 10/1	4	ТН3-165-83
14		Рамка 66х26	7	
15		Упор	1	
Матеріали				
16		Провід ПВ 1х1.0, 220 В ГОСТ 6323-79*		М
17		Провід НВМ 1х0.75 ГОСТ 17505-72	20	М

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1. Визначення передаточної функції

Проведемо аналіз системи автоматичного регулювання (САР) на прикладі системи регулювання температури 1-го теплообмінника. Температура складає $75 \pm 5^\circ\text{C}$. Важливою умовою для нормального протікання технологічного процесу виготовлення томатного соку є правильне регулювання температури. Підтримують цю температуру за допомогою регулювання напругі та організації замкненої системи автоматичного регулювання, яка завдяки організації зворотного зв'язку забезпечує утримання температури соку виноградного на заданому рівні.

Аналізуючи теплообмінник, як об'єкт керування, бачимо, що температура в 1-му теплообміннику залежить від температури нагрівання. Фактично маємо замкнену систему, на вході якої знаходиться задана температура, на виході – отримане значення цієї температури. В результаті віднімання від заданого значення отриманого на виході маємо значення розузгодження, на основі котрого регулятором виробляється рішення про збільшення чи зменшення значення сигналу керування на виконавчому механізмі.

В нашому випадку виконавчим механізмом є нагрівач, якій регулюється тиристорним перетворювачем і задаючим сигналом для нього є задаючий рівень напруги від регулятора, прямо пропорційний сигналу розузгодження в межах регулювання. При відхиленні поточного значення температури від заданого завдяки отриманому сигналу розузгодження виробляється додаткова напруга на тиристорний перетворювач, котра змушує його збільшувати або зменшувати температуру нагрівача.

Відповідно на виході виконавчого механізму отримується певний рівень напруги. Даний рівень є задаючим для об'єкта керування і в залежності від нього на виході отримується скориговане значення температури. Даний контур регулювання дозволяє компенсувати відхилення поточної температури від

заданої внаслідок непостійності коливань температури повітря зовні установки та температури нагрівача.

Таким чином можемо на основі викладеного вище зобразити структурну схему розглядуваної САР

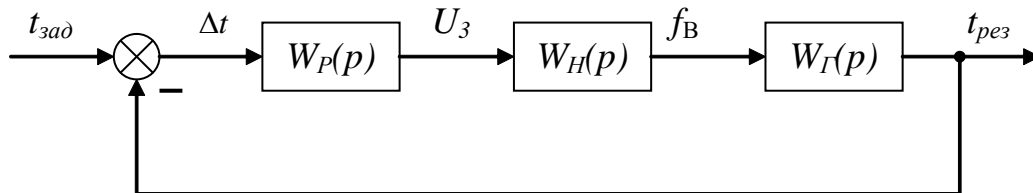


Рис. 4.1. Структурна схема системи автоматичного регулювання температури в 1-му теплообміннику

Тут $t_{зад}$ – задана температура в 1-му теплообміннику; Δt – температура розузгодження; U_3 – керуючий сигнал; f_B – отриманий певний рівень напруги; $t_{рез}$ – отримане значення температури в 1-му теплообміннику; $W_P(p)$ – передаточна функція регулюючого органу; $W_H(p)$ – передаточна функція нагрівача; $W_T(p)$ – передаточна функція 1-го теплообмінника по температурі нагрівача.

Розглянемо окремі елементи структурної схеми.

Регулятор

Задаючий сигнал на нагрівач є обернено пропорційним температурі розузгодження:

$$U_3 = -k_p \cdot \Delta t ,$$

де k_p – коефіцієнт залежності керуючого сигналу від різниці заданої і отриманої температури.

Обернена залежність з'являється з тієї причини, що при збільшенні температури на виході внаслідок віднімання від заданої температури отриманого значення отримується від'ємне значення різниці. І чим більше значення ця

від'ємна різниця має, тим більше додатне значення матиме керуючий сигнал для збільшення температури.

Позначивши k_p через k_I та співвідносячи зображення по Лапласу вихідного сигналу до зображення по Лапласу вхідного сигналу отримуємо передаточну функцію регулятора у вигляді пропорційної ланки:

$$W_p(p) = \frac{U(p)}{T(p)} = -k_1 \quad (4.1)$$

Нагрівач

Вхідним параметром для нагрівача є рівень задаючого сигналу, вихідним – температура. Нагрівач, як елемент схеми для розрахунку САР, описується рівняннями вигляду:

$$\begin{cases} T_1 \frac{dS}{dt} + S = K_S \cdot U_3 \\ T_2 \frac{df_K}{dt} + f_K = K_f \cdot S \end{cases},$$

де S напруга на тиристорному перетворювачі, K_S – коефіцієнт залежності напруги на тиристорному перетворювачі від задаючого сигналу, T_1 – стала часу напруги на тиристорному перетворювачі на зміну задаючого сигналу, f_K – температура нагрівача, K_f – коефіцієнт залежності температури нагрівача від напруги на тиристорному перетворювачі, T_2 – стала часу реакції температури нагрівача на зміну напруги на тиристорному перетворювачі.

Виходячи з вказаних рівностей після перепозначення $K_S \cdot K_f = k_2$, відносячи зображення по Лапласу вихідного сигналу до зображення по Лапласу вхідного сигналу, записати передаточну функцію нагрівача:

$$W_K(p) = \frac{F(p)}{U(p)} = \frac{k_2}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} \quad (4.2)$$

Теплообмінник

Теплообмінник в даному випадку є керованим об'єктом. При цьому в усталеному режимі температура в теплообміннику є прямо пропорційною температурі нагрівача, в динамічному режимі тут має враховуватися інерційність системи:

$$T_T \frac{dT}{dt} + T = -k_T \cdot f_{II},$$

де T_T – стала часу реакції температури в теплообміннику на зміну температури нагрівача; k_T – коефіцієнт залежності температури в теплообміннику від температури нагрівача в усталеному режимі.

В результаті перепозначення $k_T=k_3$, $T_T=T_3$ та відношення зображення по Лапласу вихідного сигналу до зображення по Лапласу вхідного сигналу отримаємо передаточну функцію у вигляді

$$W_p(p) = \frac{T(p)}{F(p)} = -\frac{k_3}{T_3 p + 1}. \quad (4.3)$$

Враховавши знайдені вирази для визначення передаточних функцій визначимо розімкнену передаточну функцію системи автоматичного регулювання температури в теплообміннику. Після заміни $k_0 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$ та скорочення парної кількості знаків “–” отримуємо розімкнену передаточну функцію у вигляді:

$$W(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}$$

або

$$W(p) = \frac{k_0}{T_{30} p^3 + T_{20} p^2 + T_{10} p + 1}. \quad (4.4)$$

$$T_{30} = T_1 T_2 T_3;$$

$$T_{20} = T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3;$$

$$T_{10} = T_1 + T_2 + T_3.$$

Передаточна функція замкненої системи для структурної схеми із зворотнім зв'язком (рис. 4.1) записується у вигляді

$$W_3(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{33}(p)}.$$

Тут $W_p(p)$ – передаточну функцію розімкненої АСР, $W_{33}(p)$ – передаточну функцію ланки зворотного зв'язку. Підставивши в цей вираз (4.4) та значення передаточної функції ланки зворотного зв'язку як 1, отримуємо передаточну функцію замкненої АСР:

$$W_\zeta(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1) + k_0}. \quad (4.5)$$

Зведемо параметри для розрахунку автоматичної системи регулювання до табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Дані для розрахунку автоматичної системи керування

Назва параметру	Позначення параметру	Значення параметру
Пропорційний регулятор		
Коефіцієнт перетворення розугодження температури в сигнал керування	K_p	58 В/°С
Нагрівач		
Коефіцієнт залежності напруги на тиристорному перетворювачі від сигналу керування	K_S	$4,6 \cdot 10^{-5}$ м ² /В
Стала часу напруги на тиристорному перетворювачі на зміну сигналу керування	T_S	0,043 с
Коефіцієнт залежності температури від напруги на тиристорному перетворювачі	K_f	$4,8 \cdot 10^{-2}$ м/с

Стала часу температури на зміну напруги на тиристорному перетворювачі	T_f	0,026с
Теплообмінник		
Стала часу реакції температури на зміну температури нагрівача	T_T	0,74 с
Коефіцієнт залежності температури від температури нагрівача	k_T	$2,5 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{с} / \text{M}^3$

Виходячи із заданих значень розрахуємо коефіцієнти та сталі часу передаточних характеристик системи автоматичного регулювання температури в теплообміннику:

$$k_0 = 3,2$$

$$k_1 = 58;$$

$$k_2 = 2,208 \cdot 10^{-6};$$

$$k_3 = 4,8 \cdot 10^4;$$

$$T_1 = 0,043;$$

$$T_2 = 0,026;$$

$$T_3 = 0,74;$$

$$T_{10} = 0,809;$$

$$T_{20} = 41,9 \cdot 10^{-3};$$

$$T_{30} = 8,2732 \cdot 10^{-4}.$$

4.2. Визначення стійкості системи згідно критерію Найквіста

Метод визначення стійкості автоматичних систем регулювання (АСР) за Найквістом є одним з частотних методів. Він дозволяє визначити стійкість замкненої системи за амплітудно-фазовою характеристикою (АФХ) розімкненої

системи. При цьому метод визначення залежить від того, чи є стійкою АСР в розімкненому стані.

Визначимо стійкість АСР у розімкненому вигляді. Для цього скористаємося методом Гурвіца, котрий є одним з алгебраїчних методів.

Для цього прирівнюємо знаменник (6.4) до нуля:

$$T_{30}p^3 + T_{20}p^2 + T_{10}p + 1 = 0.$$

Згідно критерію стійкості АСР за Гурвіцем:

– необхідною та достатньою умовою стійкості при $a_0 > 0$ є додатність всіх часткових визначників матриці Гурвіца.

Матриця Гурвіца для рівняння виду $a_0p^n + a_1p^{n-1} + K + a_{n-1}p + a_n = 0$ записується у вигляді:

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & K & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & K & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & K & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & K & 0 \\ M & M & M & M & O & M \\ 0 & 0 & 0 & 0 & K & a_n \end{vmatrix}.$$

Для нашого випадку $a_0 = T_{30}, a_1 = T_{20}, a_2 = T_{10}, a_3 = 1$. Тому матриця Гурвіца записується для розглядуваного випадку ($n=3$) у вигляді:

$$\begin{vmatrix} T_{20} & 1 & 0 \\ T_{30} & T_{10} & 0 \\ 0 & T_{20} & 1 \end{vmatrix}.$$

Значення коефіцієнтів T_{i0} розраховано в п.5.1.

Проведемо аналіз матриці Гурвіца, використовуючи критерій:

$$a_0 = T_{30} > 0;$$

$$\Delta_1 = a_1 = T_{20} > 0;$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 a_2 = \Delta_1 \cdot T_{10} > 0.$$

Оскільки всі часткові визначники є додатними, то робимо висновок, що система є стійкою в розімкненому вигляді.

Оскільки АСР у розімкненому вигляді є стійкою, формулювання методу Найквіста для неї матиме наступний вигляд:

– Для того, щоб АСР, стійка в розімкненому стані, була стійкою і в замкненому стані, необхідно і достатньо, щоб АФХ розімкненої системи $W(j\omega)$ при зміні ω від 0 до ∞ не охоплювала точку з координатами $(-1; j0)$.

Характеристичне рівняння для розімкненої АСР має вигляд:

$$D_p(p) = (T_1p + 1)(T_2p + 1)(T_3p + 1).$$

Через заміну $p \rightarrow j\omega$ приведемо передаточну функцію розімкненої системи до вигляду $W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$. Тоді, виходячи із (4.4) маємо:

$$W(j\omega) = \frac{k_0}{-jT_{30}\omega^3 - T_{20}\omega^2 + jT_{10}\omega + 1}.$$

Згрупуємо елементи дійсної та уявної частин:

$$W(j\omega) = \frac{k_0 + j0}{(-T_{20}\omega^2 + 1) + j(-T_{30}\omega^3 + T_{10}\omega)}.$$

Оскільки, згідно схеми типових перетворень, якщо $W(j\omega) = \frac{C(\omega) + jD(\omega)}{E(\omega) + jF(\omega)}$, то дійсні і уявні частини $W(j\omega)$ визначаються як

$$U(\omega) = \frac{C(\omega) \cdot E(\omega) + D(\omega) \cdot F(\omega)}{E^2(\omega) + F^2(\omega)},$$

$$V(\omega) = \frac{D(\omega) \cdot E(\omega) - C(\omega) \cdot F(\omega)}{E^2(\omega) + F^2(\omega)}.$$

Для нашого випадку маємо, що

$$C(\omega) = k_0;$$

$$D(\omega) = 0;$$

$$E(\omega) = -T_{20}\omega^2 + 1;$$

$$F(\omega) = -T_{30}\omega^3 + T_{10}\omega.$$

Для побудови АФХ приведемо до вигляду $W(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$. Для цього запишемо формули перетворення для визначення $A(\omega)$ та $\varphi(\omega)$:

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)};$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{V(\omega)}{U(\omega)}.$$

Підставивши значення всіх параметрів АСР та змінюючи ω від 0 до ∞ отримуємо АФХ розімкненої системи (рис.4.2).

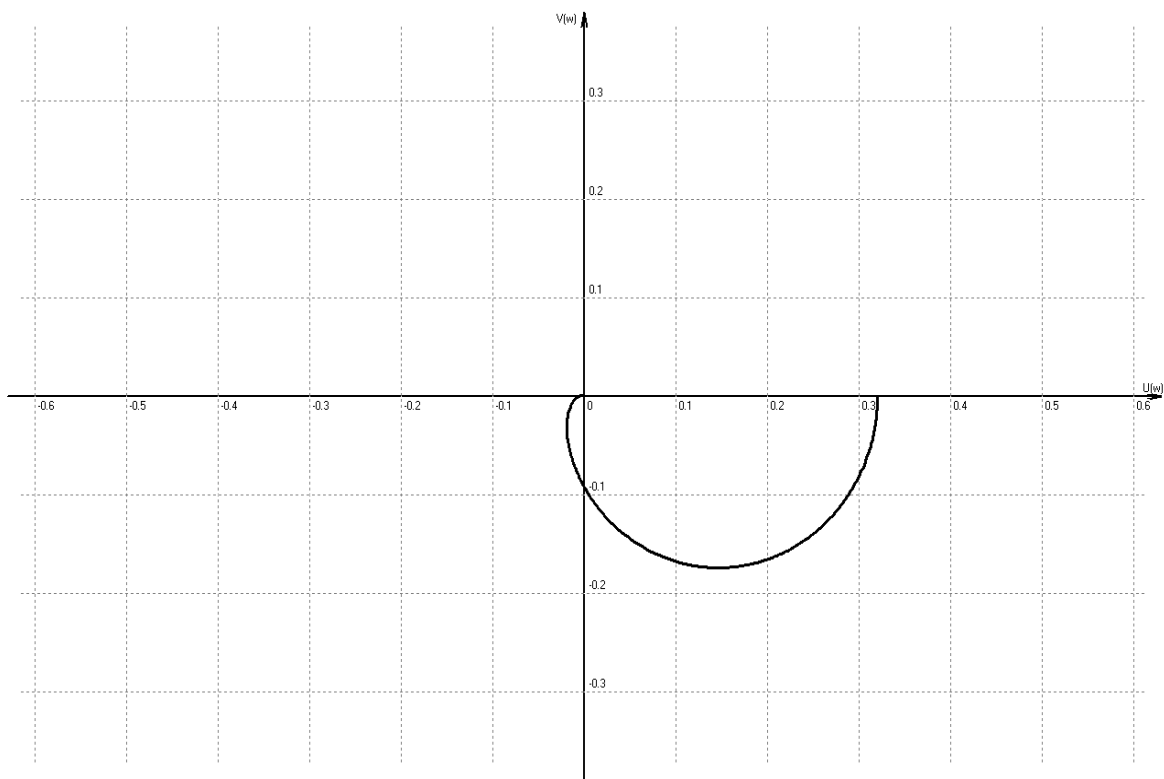


Рис. 4.2. Амплітудно-фазова характеристика САР

З вигляду АФХ на рис.5.2 можемо зробити висновок, що дана система автоматичного регулювання є стійкою у замкненому стані, оскільки не охоплює точку $(-1;j0)$.

4.3. Визначення стійкості за критерієм Михайлова

Критерій Михайлова формулюється наступним чином:

– Для стійкої АСР необхідно і достатньо, щоб годограф Михайлова, починаючись при $\omega=0$ на додатній дійсній напівосі, обходив послідовно в додатному напрямку (проти годинникової стрілки) при збільшенні ω від 0 до ∞ n квадрантів, де n – ступінь характеристичного поліному.

З (4.5) запишемо характеристичний вираз замкненої системи:

$$D_{\zeta}(p) = T_{30}p^3 + T_{20}p^2 + T_{10}p + 1 + k_0.$$

Проведемо перехід до частотної площини шляхом заміни $p \rightarrow j\omega$. Звівши дійсні та уявні частини поліному, отримаємо характеристичний поліном вигляду

$$D_{\zeta}(p) = (-T_{20}\omega^2 + 1 + k_0) + j(-T_{30}\omega^3 + T_{10}\omega).$$

Позначивши дійсну частину характеристичного поліному через $U(\omega)$ і уявну – через $V(\omega)$ та змінюючи ω від 0 до ∞ будемо годограф Михайлова на комплексній площині (рис.4.3).

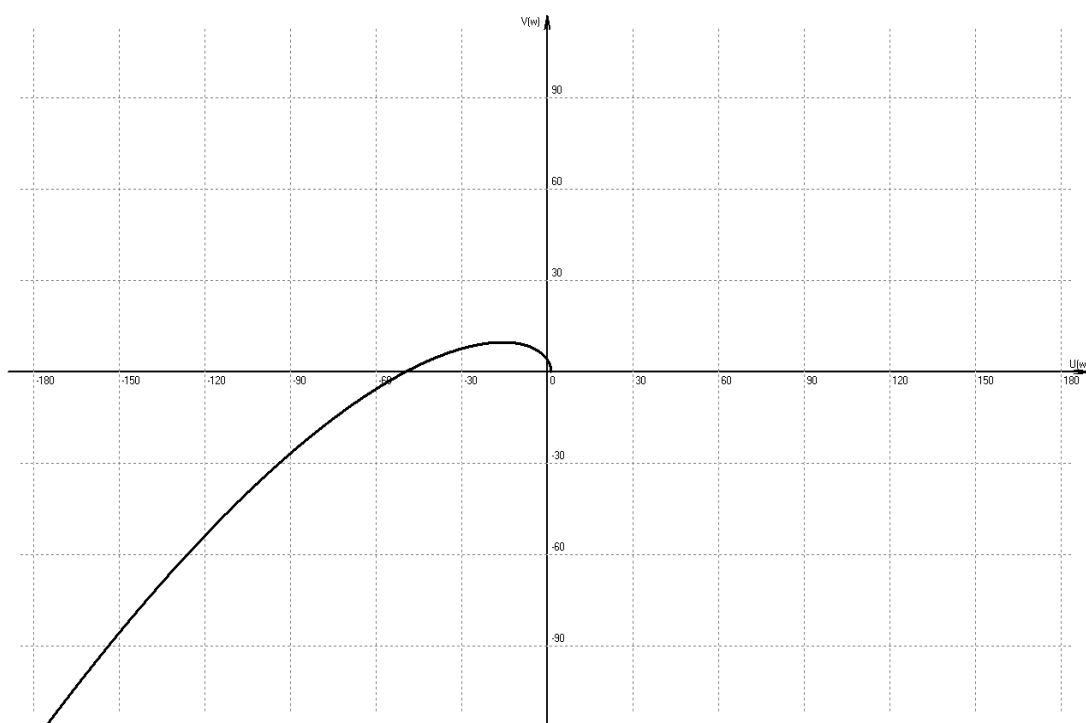


Рис. 4.3. Годограф Михайлова

З побудованого годографа Михайлова можемо підтвердити висновок про те, що АСР є стійкою, оскільки годограф проходить через 3 квадранти при ступені характеристичного поліному, рівному трьом. При подальшому збільшенні ω дійсна частина прямує до $-\infty$, і уявна також до $-\infty$.

4.4. Побудова логарифмічних характеристик

Для побудови логарифмічної амплітудно-частотної характеристики (ЛАХ) та логарифмічної фазо-частотної характеристики (ЛФХ) запишемо ще раз передатну характеристику розімкненої системи:

$$W(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}.$$

Виконаємо заміну $p \rightarrow j\omega$:

$$W(j\omega) = \frac{k_0}{(T_1 \cdot j\omega + 1) \cdot (T_2 \cdot j\omega + 1) \cdot (T_3 \cdot j\omega + 1)}. \quad (5.6)$$

Запишемо значення модуля $W(j\omega)$:

$$A(\omega) = |W(j\omega)| = \frac{k_0}{\sqrt{T_1^2 \omega + 1} \cdot \sqrt{T_2^2 \omega + 1} \cdot \sqrt{T_3^2 \omega + 1}}.$$

З цього виразу запишемо ЛАХ системи виходячи з умови $L(\omega) = 20 \lg A(\omega)$:

$$L(\omega) = 20 \lg k_0 - 20 \lg \sqrt{T_1^2 \omega + 1} - 20 \lg \sqrt{T_2^2 \omega + 1} - 20 \lg \sqrt{T_3^2 \omega + 1}.$$

Визначимо частоти зрізу ЛАХ:

$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} = 1,351 \text{сек}^{-1};$$

$$\omega_2 = \frac{1}{T_2} = 23,256 \text{сек}^{-1};$$

$$\omega_3 = \frac{1}{T_3} = 38,462 \text{сек}^{-1}.$$

При побудові ЛАХ спочатку наносимо пряму значенням $L = -10,23$ і оскільки розглянута АСР не має астатичності, то ЛАХ матиме початковий нахил 0Дб/дек і надалі, оскільки відсутні додатні зрізи ЛАХ, то при побудові її на частотах зрізу вона змінюватиме нахил на -20Дб/дек при ω_1 , ω_2 та при ω_3 . Згідно наведених міркувань будуюмо ЛАХ в логарифмічній системі координат (рис.4.4).

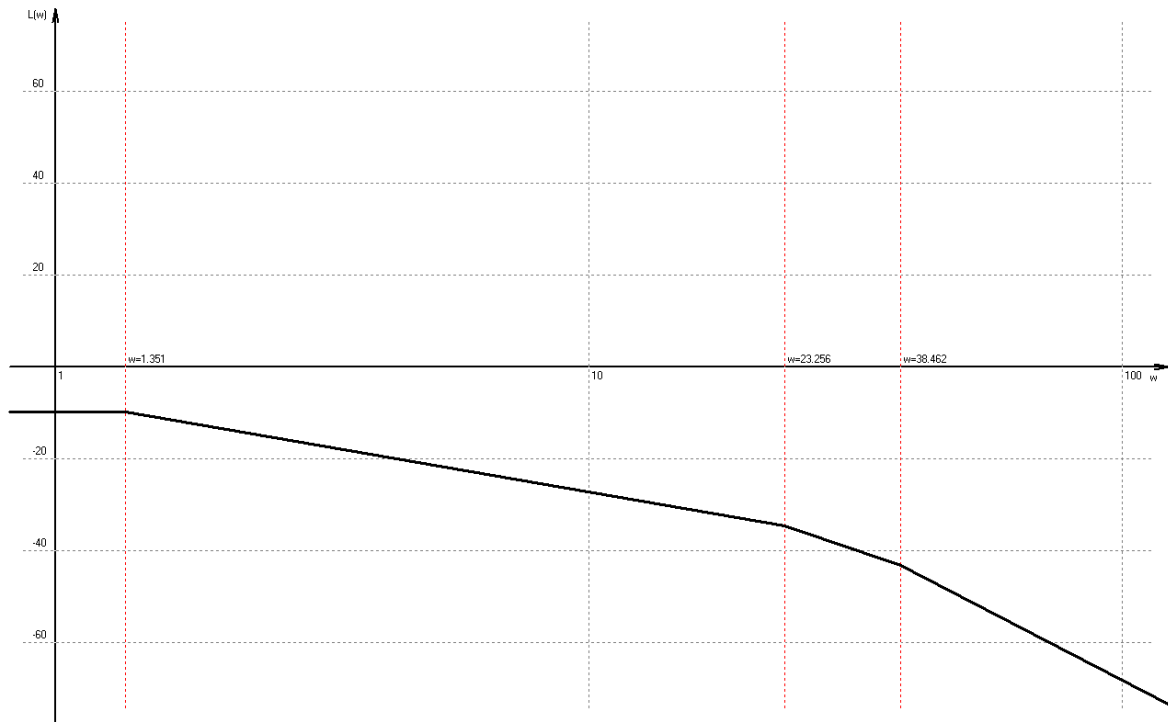


Рис. 4.4. Логарифмічна амплітудно-частотна характеристика САР

Для передаточної функції розімкненої АСР виду $W(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega)$ після запису у вигляді $W(j\omega) = \prod_{i=1}^n A_i(j\omega)e^{j\varphi_i(\omega)}$ вираз ЛФХ має вигляд:

$$\ln[e^{j\varphi(\omega)}] = \sum_{i=1}^n \varphi_i(\omega).$$

Таким чином сумарна ЛФХ є сумою ЛФХ окремих складових. Тобто для побудови сумарної ЛФХ достатньо окремо побудувати ЛФХ окремих ланок і потім їх просумувати. Розіб'ємо (4.6) на окремі прості складові:

$$W(j\omega) = k_0 \cdot \frac{1}{T_1 \cdot j\omega + 1} \cdot \frac{1}{T_2 \cdot j\omega + 1} \cdot \frac{1}{T_3 \cdot j\omega + 1}.$$

Із записаних добутків складемо систему рівнянь для визначення ЛФХ:

$$\begin{cases} \varphi_0(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{0}{k_0} = 0 \\ \varphi_1(\omega) = -\operatorname{arctg} T_1 \omega \\ \varphi_2(\omega) = -\operatorname{arctg} T_2 \omega \\ \varphi_3(\omega) = -\operatorname{arctg} T_3 \omega \end{cases}.$$

Змінюючи ω від 0 до ∞ будемо часткові ЛФХ в логарифмічній системі координат. Провівши алгебраїчне сумування окремих ЛФХ, отримуємо загальну ЛФХ розімкненої системи (рис. 4.5).

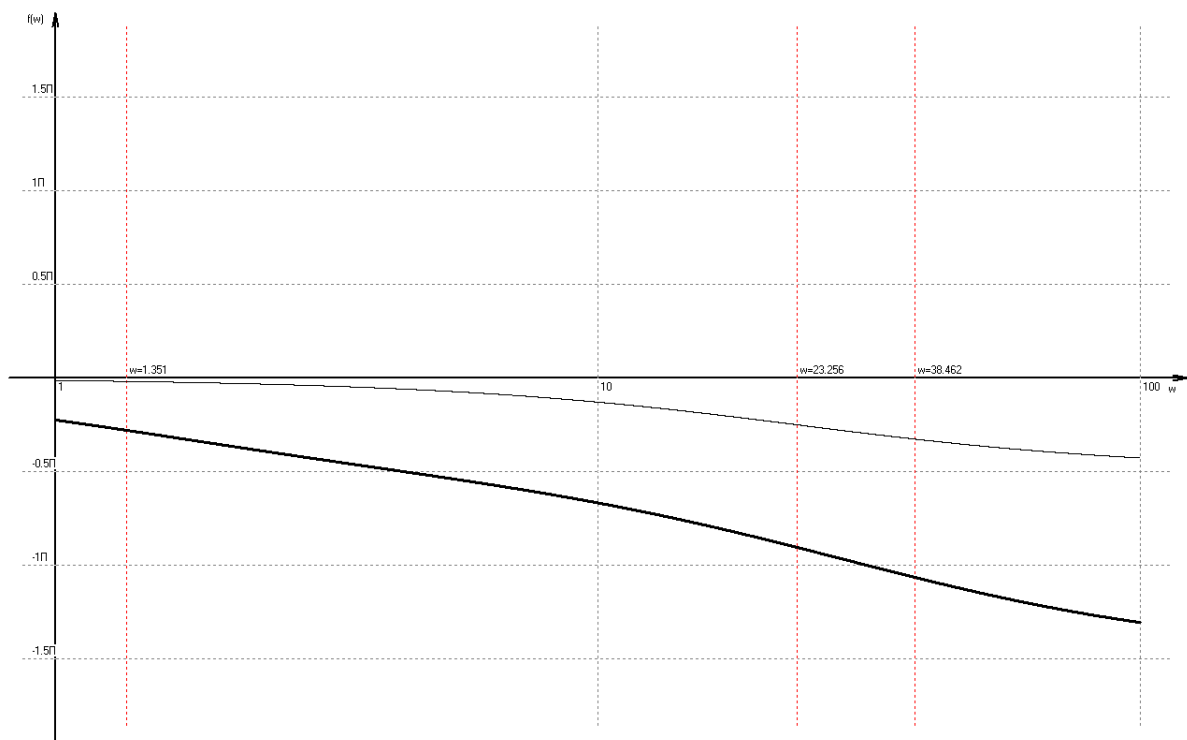


Рис. 4.5. Логарифмічна фазо-частотна характеристика САР

Оскільки при тому значенні ω ($\omega = \infty$), при якому ЛФХ досягає значення $-\pi$ ЛАЧХ має від'ємне значення, то ми можемо ще раз підтвердити висновок п.4.2 та п.4.3 про те, що розглядувана АСР є стійкою.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Розробка алгоритму функціонування контролера

Для відображення логіки керування технологічним процесом нижче описано алгоритм програмування системи керування. Даний алгоритм описує один цикл виконання операцій технологічного процесу в автоматичному режиму без обов'язкового втручання оператора в роботу.

Оператором здійснюється пуск технологічної лінії, подача живлення до щита керування, виробничого обладнання та перевірка справності всіх вузлів і агрегатів. Також оператором задається кількість циклів роботи технологічної лінії відповідно заданої потужності виробництва та поточної зміни. Керування лінією здійснюється за допомогою пульта керування.

Алгоритм функціонування описано відповідно до нормативних вимог програмування та організації обчислювальних робіт та зображено на листі у вигляді мнемосхеми (блок-схеми керування).

Перед початком функціонування програми виконується ручна подача живлення до щита керування, верстатів та агрегатів, а також запуск панелі керування. Після запуску виконання програми виконується опитування давачів рівня, значення яких порівнюється із встановленими заданими рівнями, відповідно до рецептури технологічного процесу.

При невідповідності заданому значенню рівнів, подається команда на відповідні пускові пристрої NS(1-3), NS(1-4), NS(3-3), NS(3-4), NS(3-5) для відкриття клапанів. Після чого виконується опитування давача витрати FE(1-1) та давачів температури TE(3-1), TE(6-1), TE(8-1).

Значення витрати виводяться на екран пульта керування та записується у пам'ять для заповнення бази даних. Отримані дані температури порівнюються з нормативними даними і у випадку не відповідності подається команда на виконання циклу регулювання температурного режиму води. При відповідності рівнів та температурного режиму томатного соку, подається команда на частотний перетворювач.

В процесі дозування виконується опитування давача витрати FE(9-1) та давача рівня. Значення витрати виводяться на екран, а до значення рівня виконується алгоритм аналізу наповненості резервуару. При відповідності заданих значень рівнів і витрати припиняється дозування соку.

Для контролювання температури виконується алгоритм, за яким подаються відповідні команди на перекриття заслінок NS(7-3), NS(21-2) та NS(1-3), NS(1-4), NS(3-3) для циркуляції охолоджуючої рідини. Після певного часу роботи циклу подається сигнал на частотний перетворювач. При досяжності змінної часу відповідного значення, подається сигнал до частотного перетворювача NS(20-1) для зміни значення струму.

5.2. Розробка керуючої програми

Програма функціонування розроблена у середовищі ADAMView. Нижче наведено лістинг та опис коду деяких частин програми.

Для регулювання рівня заповнення складено наступну програму. Для зчитування інформації з давачів використовується блок каналового вводу AI. У вікні проектування завдання встановлюємо два блоки аналогового вводу AI1, AI2. Відповідно підключаємо до них давач рівня LE(4-1), LE(5-1). Встановлюємо п'ять блоків дискретного виводу DO0-DO4, до яких відповідно підключаємо пускові пристрої NS(1-4), NS(1-3), NS(3-3), NS(3-4), NS(3-5). Встановлюємо блоки Basic-скрипт і в них прописуємо наступну програму:

Sub SCR1()

set LE1 = GetTag("TASK1", "AI1")

if min<LE1<max then

outputi 0,1

outputi 1,1

outputi 2,1

outputi 3,1

outputi 4,0

else

outputi 0,0

outputi 1,0

outputi 2,0

outputi 3,0

outputi 4,0

end

set LE2 = GetTag("TASK2", "AI2")

if min<LE2<max then

outputi 0,1

outputi 1,1

outputi 2,1

outputi 3,0

outputi 4,1

else

outputi 0,0

outputi 1,0

```
outputi 2,0  
outputi 3,0  
outputi 4,0  
end  
End Sub
```

За допомогою з'єднувального провідника з'єднуємо аналогові блоки з Basic-скриптом, а на відповідні виходи Basic-скрипту під'єднуємо блоки дискретного виводу DO1-DO4.

Далі у вікні проектування завдання розташовуємо три блоки аналогового вводу AI3, AI4 та AI5, відповідно до яких підключаємо давачі витрати FE(1-1), температури TE(3-1) та вимірювання зміни струм та напруги EE(2-1) і чотири блоки дискретного виводу DO5-DO8, до яких підключаємо пускові пристрої NS(1-3), NS(1-4), NS(2-3) та NS(3-3). Встановлюємо блоки Basic-скрипт і у них прописуємо наступну програму:

```
Sub SCR2()  
set FE1 = GetTag("TASK1", "AI3")  
if FE1 >= norm then  
    outputi 5,0  
    outputi 6,0  
    outputi 8,0  
else  
    outputi 5,1  
    outputi 6,1  
    outputi 8,1
```

end

End Sub

Sub SCR3()

set TE1 = GetTag("TASK2", "AI4")

if TE1>=norm then

 outputi 5,0

 outputi 6,0

 outputi 7,0

else

 outputi 5,1

 outputi 6,1

 outputi 7,1

end

End Sub

Sub SCR4()

set EE1 = GetTag("TASK3", "AI5")

if EE1>=norm then

 outputi 7,0

else

 outputi 7,1

end

End Sub

За допомогою з'єднувального провідника з'єднуємо аналогові блоки з Basic-скриптом. На відповідні виходи Basic-скрипту під'єднуємо блоки дискретного виводу DO5-DO8.

Для функціонування наступного етапу, процесу стерелізації, у вікні проектування завдання встановлюємо три блоки аналогового вводу AI6, AI7 та AI8, до яких підключаємо: давачі витрати FE(9-1), тензометричний давач ваги WE(10-1). Встановлюємо два блоки дискретного виводу DO9, DO10, до яких відповідно підключаємо пускачі для перекриття заслінки NS(9-3) та пережимного рукава NS(10-3) та і один блок аналогового виводу AO11, до якого підключаємо частотний перетворювач. Встановлюємо блок Basic-скрипт і у ньому прописуємо наступну програму:

```

Sub SCR5()
    set FE2 = GetTag("TASK1", "AI8")
    if FE2>=norm then
        outputi 9,0
        outputi 10,0
        outputf 11,14
    else
        outputi 9,1
        outputi 10,1
        outputf 11,6
    end if
    set WE1 = GetTag("TASK2", "AI6")
    if WE1>=norm then
        outputi 9,0
    else
        outputi 9,1
    end if
end Sub

```

```

end if

set LE3 = GetTag("TASK3", "AI7")

if min<LE3<max then

    outputi 10,0

else

    outputi 10,0

end

End Sub

```

За допомогою з'єднувальних провідників з'єднуємо аналогові блоки з Basic-скриптом. Відповідно, на нульовий і перший вихід Basic-скрипту під'єднуємо блоки дискретного виводу DO9 та DO10, а до другого виходу Basic-скрипту під'єднуємо блок аналогового виводу AO11.

Далі описано виконання програми функціонування частини алгоритму, де виконується регулювання температурного середовища в теплообмінниках. Для цього у вікні проектування завдання встановлюємо три блоки аналогового вводу AI9, AI10 та AI11, до яких підключаємо датчі температури TE(13-1), TE(3-1) відповідно, і датч вимірювання зміни напруги EE(2-1). Встановлюємо п'ять блоків дискретного виводу DO12-DO16, до яких відповідно підключаємо пускачі для зміни положень заслінки NS(6-3), NS(1-4), NS(3-3), насоса NS(1-3). Встановлюємо блок Basic-скрипт і у ньому прописуємо наступну програму:

```

Sub SCR6()

set TE2 = GetTag("TASK1", "AI9")

if min<TE2<max then

    outputi 12,1

    outputi 13,1

```



```
    outputi 14,1
    outputi 15,1
else
    outputi 12,0
    outputi 13,0
    outputi 14,0
    outputi 15,0
end if

set TE3 = GetTag("TASK2", "AI10")

if min<TE3<max then
    outputi 16,0
else
    outputi 16,1
end if

set EE1 = GetTag("TASK3", "AI11")

if EE1>=norm then
    outputi 16,0
else
    outputi 16,1
end

End Sub
```

За допомогою з'єднувальних провідників з'єднуємо аналогові блоки з Basic-скриптом, і відповідно до виходів Basic-скрипту під'єднуємо блоки дискретного виводу: DO12-DO16.

Далі опишемо алгоритм часу стерелізації. Для цього у вікні проектування завдання розташовуємо блок таймера лічильника T1, два блоки аналогового вводу AI12, AI13, до яких підключимо: давач тиску PE (16-1) та давач температури TE(7-1) відповідно, а також сім блоків дискретного виводу DO17-DO23, до яких підключаємо пускові пристрої NS(14-1), NS(17-1), NS(7-3). А також встановлюємо один блок аналогового виводу AO24, до якого підключаємо частотний перетворювач NS(15-1).

Спочатку необхідно провести налагодження таймера, виставивши крок відліку та виконати його синхронізацію по частоті процесора. Далі потрібно провести ініціалізацію таймера-лічильника. Ініціалізація проводиться в командному рядку блоку таймера та описується кодом C++, після чого відбувається компіляція даного коду у відповідну dll-бібліотеку для підключення її до блоку виконання програми:

```
void TIM_Init (void)
{
    tismk=(1<<ticie1);
    {tccr1a=(0<<wgm11)|(0<<wgm10);
    tccr1b=(0<<icnc1)|(1<<ices1)|(0<<wgm13)|(0<<wgm12)|(0<<cs12)|(0<<cs11)|(
    1<<cs10);
    tcnt1=0;}
```

Далі виконаємо генерацію циклів таймера, та встановимо межу спрацювання. Дану операцію також записуємо в командному рядку блоку таймера командами C++, після чого компілюємо даний код у відповідну dll-бібліотеку для підключення її до блоку програми:

```
volatile unsigned int tachBuf = 0;
unsigned long tachFltr = 0;
```

```

unsigned char count = 0;

vector=TIMER1_CAPT_vect

void Timer1Capt(void)

TCNT1 = 0;

{tachFltr += (ICR1);

count++;

    if (count == 8)

{tachBuf = (unsigned int)(tachFltr >> 3);

tachFltr = 0;

count = 0; }}

```

Потім встановлюємо блок Basic-скрипт і у ньому прописуємо наступну програму:

```

Sub SCR7()

    set tachBuf = GetTag("TASK1", "T1")

    if tachBuf >= tachFltr then

        outputi 17,1

        outputi 18,1

        outputf 24,12

    else

        outputi 17,0

        outputi 18,0

        outputf 24,0

    end

```

End Sub

Sub SCR8()

set PE1 = GetTag("TASK2", "AI12")

if min<PE1<max then

outputf 24,10

else

outputf 24,14

end if

set TE3 = GetTag("TASK3", "AI13")

if min<TE3<max then

outputi 19,1

outputi 20,1

outputi 21,1

outputi 22,1

outputi 23,1

else

outputi 19,0

outputi 20,0

outputi 21,0

outputi 22,0

outputi 23,0

end

End Sub

За допомогою з'єднувальних провідників з'єднуємо аналогові блоки з Basic-скриптом, і відповідно до виходів Basic-скрипту під'єднуємо блоки дискретного виводу DO17-DO23 та AO24 відповідно.

5.3. Розробка проекту керування технологічним процесом виготовлення томатного соку в SCADA-системі Genesis 32

SCADA-система „Genesis 32”, що розроблена фірмою Iconics і працює під операційною системою Windows, є найбільш сучасною з програмного забезпечення АСУ ТП вищого рівня, тому ми її використовуємо для створення програмного забезпечення операторських станцій технологічного процесу виготовлення томатного соку. На відміну від багатьох SCADA-систем, що мають власний формат драйверів апаратури, або вбудовану підтримку апаратури певних виробників, SCADA-система "Genesis 32" є найбільш універсальним засобом. Причому, якщо кількість ТЕГів, що використовуються у проекті, не перевищує 32, як у нашому випадку, то даний пакет є безкоштовним.

Крім цього, до складу пакету входить комплект розробника OPC ToolWorX 32, який дозволяє в короткий термін створювати власні OPC сервери.

SCADA-система «Genesis 32» є комплексом 32 розрядних додатків для Windows, побудованих у відповідності зі специфікацією OPC. «Genesis 32» призначена для створення програмного забезпечення збору даних і оперативного диспетчерського керування верхнього рівня систем промислової автоматизації.

До складу «Genesis 32» також входить середовище розробки і виконання сценарних процедур VBA, що забезпечує можливість розробки частини програмного забезпечення засобами Microsoft Visual Basic for Applications 6.0, що входить у популярний пакет MS Office 2000. Всі програмні компоненти реалізовані на базі багатопоточної моделі і підтримують технологію Active.

До складу GENESIS32 входять такі клієнтські додатки, що відповідають специфікації OPC:

- GraphWorX32;

- TrendWorX32;
- AlarmWorX32;
- ScriptWorX32 (входить у постачання, але встановлюється окремо).

GraphWorX32 призначений для представлення параметрів технологічних процесів на графічних мнемосхемах. Він являє собою цілком відповідний специфікації OPC клієнтський додаток, заснований на технологіях ActiveX і OLE.

GraphWorX32 є 32-розрядним багатопотоковим додатком, що може виконуватись під керуванням операційних систем Windows 95/98, Windows NT і Windows 2000 на платформах Intel і Digital Alpha. Він є клієнтським додатком, що відповідає специфікації OLE for Process Control (інтерфейс зв'язування і впровадження об'єктів для систем збору даних і керування).

GraphWorX32 забезпечує повний набір інструментів для створення об'єктно-орієнтованої динамічної графіки з можливістю масштабування екранних форм. При зміні розмірів вікна екранної форми відбувається автоматичний підбір розмірів елементів відображення і графічних об'єктів.

Є можливість вставки в екранні форми GraphWorX32 керуючих елементів ActiveX і об'єктів OLE різних виробників.

Екранні форми можуть проглядатися в контейнерах ActiveX таких як Microsoft Internet Explorer. Крім цього, екранні форми GraphWorX32 можуть публікуватися в Інтернет (глобальній) і Інтернет (локальній) мережах і проглядатися за допомогою Microsoft Internet Explorer 4 і 5

Екранні форми і графічні об'єкти екранних форм GraphWorX32 можуть керуватися з інших додатків за допомогою набору методів і властивостей OLE автоматизації.

Мінімальний час оновлення графічної інформації в GraphWorX32 складає 50 мс. GraphWorX32 містить у собі програму для роботи з вбудованою бібліотекою символів об'єктно-орієнтованої технологічної графіки, що може бути розширена.

У GraphWorX32 файли можуть мати наступні розширення:

- Файли екранних форм GraphWorX32 - *.gdf
- Файли шаблонів GraphWorX32 - * .tdf
- Файли категорій символів - *.sdf

Малювання графічних примітивів, таких як лінії, кола, еліпси, прямокутники і т.д. виконується за допомогою панелі інструментів чи Малювання команд меню Графіка. Є можливість вибору різних властивостей і параметрів графічних примітивів, таких як стиль і товщина лінії, кольору тіні, заливання і фону, а також тип шрифту, яким відображається текстова інформація, для чого використовується меню Формат.

Режим Розробка призначений для створення екранних форм. У даному режимі користувач може створювати статичні і динамічні графічні об'єкти, установлювати параметри додатка й екранних форм і т. д. Статичні об'єкти звичайно малюються в робочій області екранної форми, після чого їхні параметри (властивості) набудовуються в інспекторі властивостей. Динамічні об'єкти також набудовуються за допомогою інспектора властивостей.

Подвійне клацання лівою клав'яшею миші на виділеному графічному об'єкті приводить до появи інспектора властивостей.

Інспектор властивостей є діалоговою панеллю, що містить набір сторінок властивостей об'єкта. Основна сторінка представляє властивості обраного статичного об'єкта.

Інспектор властивостей може містити додаткові сторінки, що представляють параметри динамічних дій, застосованих до статичного об'єкта (до об'єкта Текст, наприклад, застосовні дії Сховати, Блокувати і Вказувати). Дані сторінки властивостей відкриваються шляхом клацання лівою клав'яшею миші на відповідних закладках діалогової панелі.

В SCADA-системі "Genesis 32" було розроблено проект керування технологічним процесом виготовлення томатного соку.

На рисунку 9.1 наведено загальний вигляд проекту в режимі розробки, а на рисунку 9.2 – вигляд панелі керування операторської станції в режимі виконання проекту.

Стадії протікання технологічного процесу виготовлення томатного соку наведено на рисунках 9.3...9.6.

Томати, що поступили на переробку, з ємності подаються на миття в дві послідовно встановлені мийні машини. Після цього, вони сортують на роликовому конвеєр, відбираючи проби проміжного ступеня зрілості, ополіскують під душем, дроблять та відділюють насіння на дробарках-сім'євідділювачах.

Дроблена томатна маса надходить у збірник, звідки за допомогою насоса 1 перекачується в багатоходовий трубчатий теплообмінник, де підігрівається до температури $75\pm 5^{\circ}\text{C}$. При такому температурному режимі інактивуються окислювальні ферменти, більш повно вилучаються забарвлюючі речовини, частково або повністю гідролізується наявний в помідорах протопектин, а також з парами видаляється повітря, що міститься в міжклітинному просторі плодів.

Із підігрітої дробленої томатної маси сік вилучають пресуванням на екстракторі, що має сито з діаметром 0,5 – 0,7 мм. По мірі віддалення від завантажувального бункера крок шнека поступово зменшується, а діаметр шийки шнека збільшується. Тому при просуванні маси тиск на неї збільшується, і сік продавлюється через сито. Вижимки виходять із екстрактора через кільцевий зазор між внутрішньою поверхнею корпусу машини і конічним кінцем шнека: величину зазору регулюють переміщенням шнека по його осі так, щоб вихід соку складав 55 – 56% маси. Відходи, отримані після віджимання соку, використовують при виготовленні концентрованих томатних продуктів.

Отриманий таким способом сік поступає в збірник.

Для стерилізації на стерилізаційній установці сік із збірника насосом високого тиску 2 (щоб уникнути закипання маси) перекачують через три теплообмінника, включених послідовно. В першому з них сік підігрівається до

температури 125°C , в другому обробка проводиться при температурі 130°C протягом 55 с. В третьому теплообміннику сік охолоджують до температури $96 - 98^{\circ}\text{C}$, щоб уникнути скипання під час розливу. Після термічної обробки сік насосом 3 подається у стерилізаційну установку.

В стерилізаційній установці сік стерилізують при температурі $100 - 120^{\circ}\text{C}$ на протязі 20 – 30 хв. Простерилізований сік збирається у збірнику.

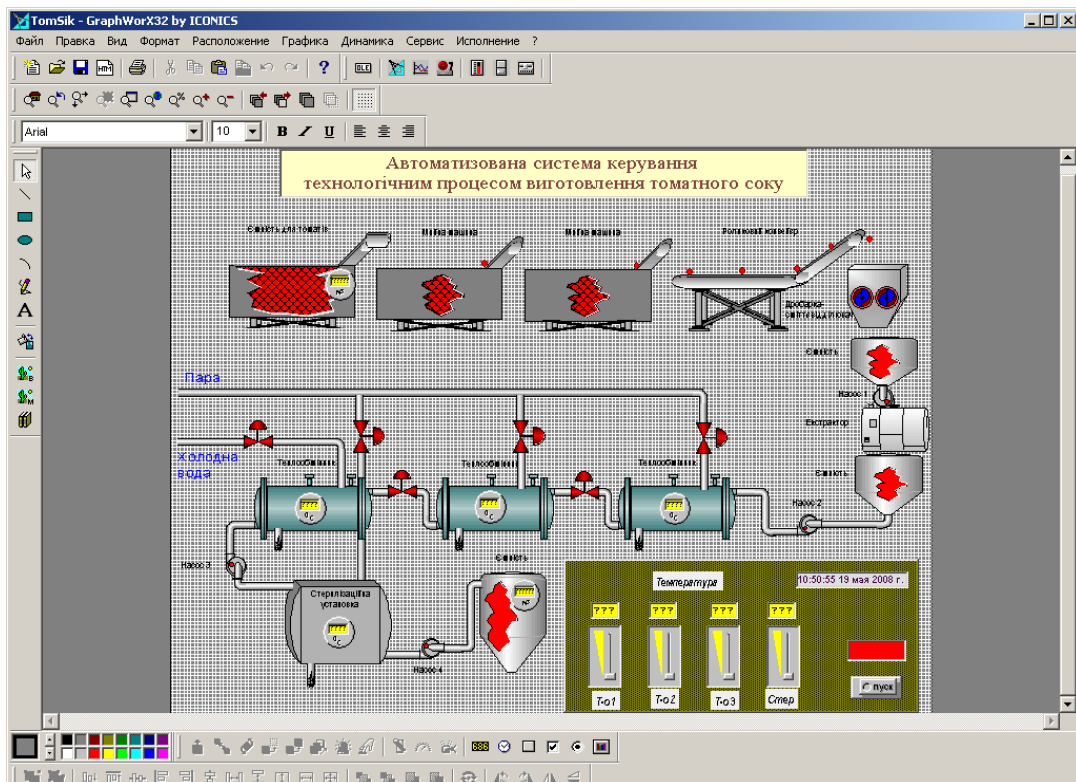


Рис. 5.1. Проект технологічного процесу виготовлення томатного соку (SCADA-система "Genesis 32")

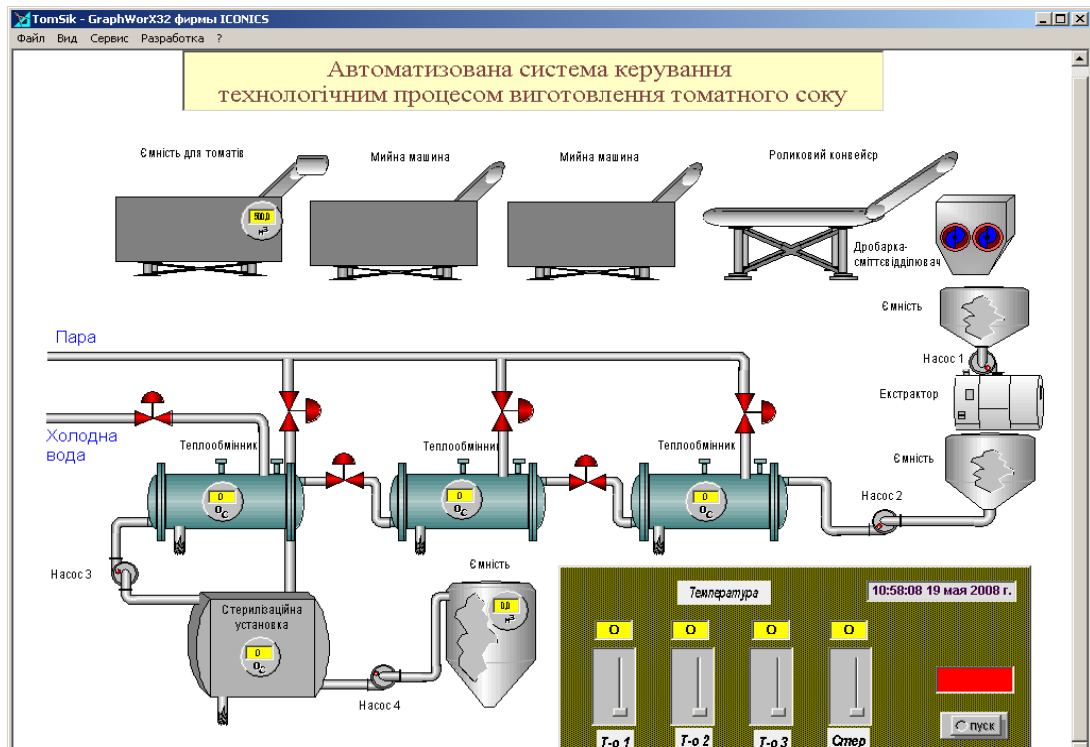


Рис. 5.2. Загальний вигляд панелі керування оператора

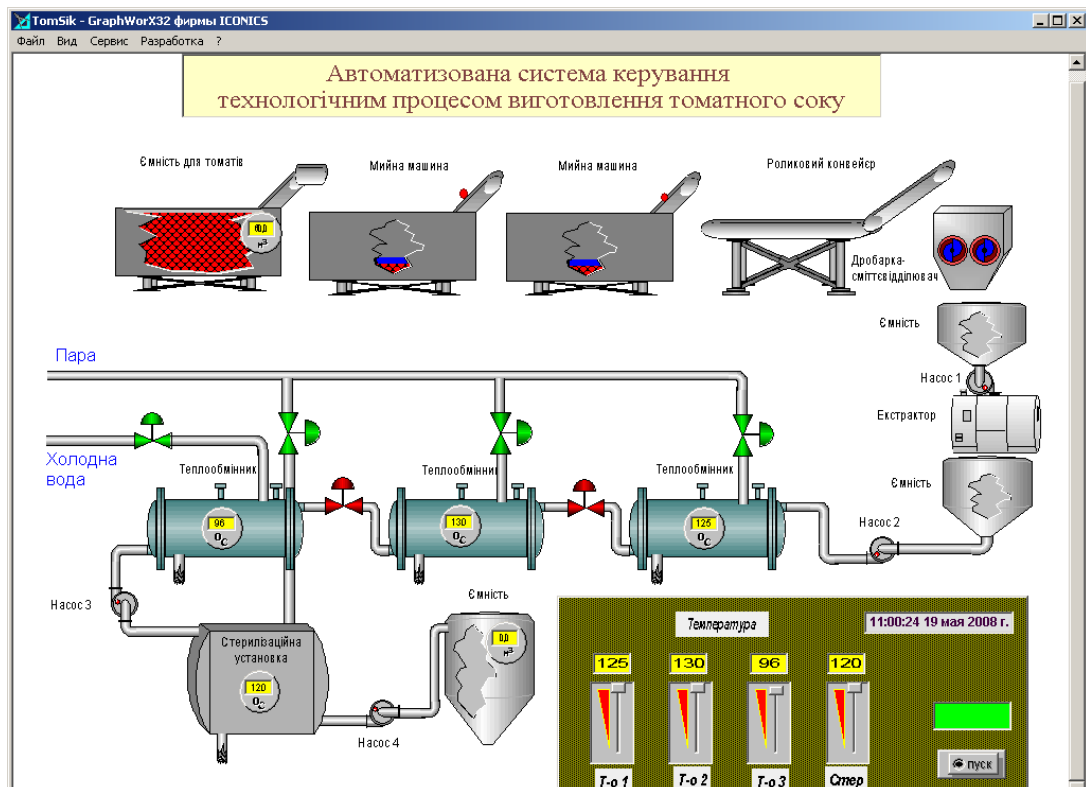


Рис. 5.3. Миття томатів в мийних машинах

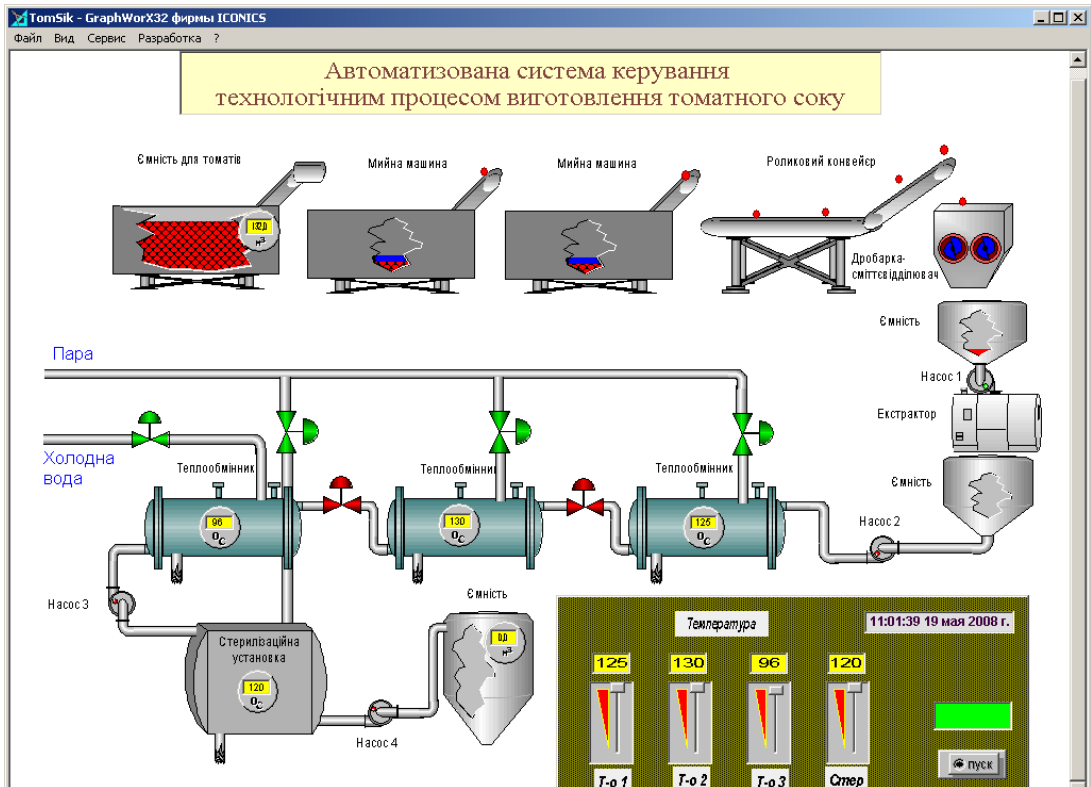


Рис 5.4. Сортування томатів

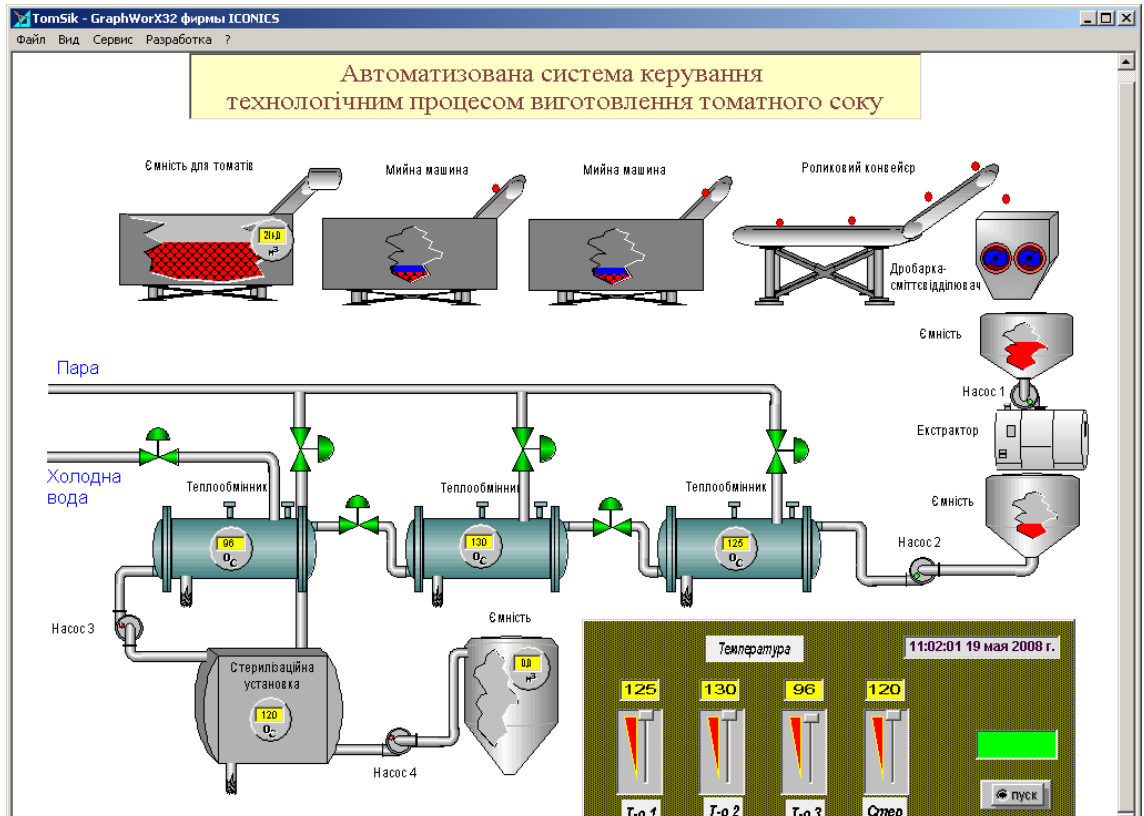


Рис. 5.5. Екструзія томатів

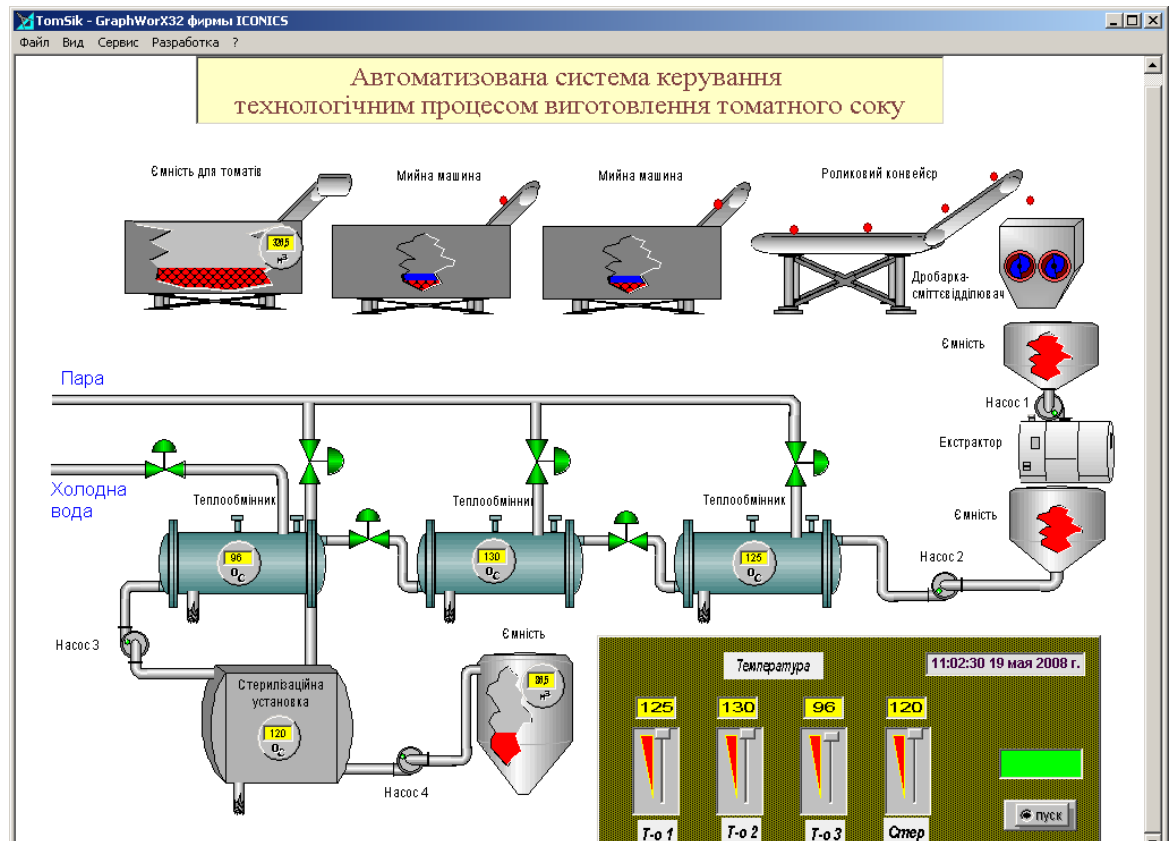


Рис. 5.6 Стерилізація томатного соку

Візуалізація процесу технологічного процесу виготовлення томатного соку в SCADA-системі „Genesis 32” дає можливість оператору спостерігати за ходом протікання технологічного процесу, контролювати, задавати та регулювати його параметри і запобігати виникненню аварійних ситуацій. Збирання даних від технологічного обладнання проводиться в реальному масштабі часу з частотою 50 мс, що забезпечує відображення поточних значень параметрів в реальному режимі часу.

6 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Техніко-економічне обґрунтування проектного варіанту

При розробці даного проекту була поставлена мета – підвищити економічну ефективність технологічного процесу виготовлення томатного соку, за рахунок збільшення випуску продукції і покращення технологічних режимів роботи, зменшення витрат сировини, основних та допоміжних матеріалів, усіх видів енергії, збільшення продуктивності праці та техніки безпеки. Під час розробки цього розділу дипломного проектування було використано галузеві нормативні матеріали, а також матеріали переддипломної практики.

Важливим критерієм, який визначається доцільністю автоматизації, а також встановлює головні напрямки і черговість її здійснення, є економічна ефективність. Основними джерелами отримання економічного ефекту від запровадження проекту є:

- а) збільшення виробничої потужності та підвищення продуктивності обладнання;
- б) покращення точності регулювання; в) підтримання технологічних параметрів в необхідних межах.

6.2. Розрахунок капітальних вкладень на реалізацію проекту автоматизації

Капітальні витрати за проектом автоматизації включають в себе: вартість засобів автоматизації, вартість монтажу обладнання, а також транспортні витрати.

Вартість куплених апаратів та приладів визначаємо по діючих прайсах, заводських даних і зводимо в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Розрахунок вартості додаткових капіталовкладень для автоматизації

№ п/п	Назва приладу	Тип приладу	К-сть	Вартість одного приладу, грн	Загальна вартість, грн
1	Датчик температури	Ш4541	2	380	760
2	Датчик рівня	KOBOLDNUS	2	600	1200
3	Датчик тиску	DMP 331	6	450	2700
5	АДАМ	4017	2	1440	2880
6	АДАМ	4050	1	720	720
7	АДАМ	4520	1	700	700
8	Датчик витрати	Js 90-1,5NK	6	3100	18600
9	Датчик струму	E 59	1	280	125
10	Блок живлення	PWR-243	1	2840	684,54
Всього					31880

За даними таблиці вартості (таблиця 6.1.)

$$B1 = 31880 \text{ грн.}$$

Транспортно-заготівельні витрати враховуються в розмірі 25 % (заводські дані) оптової ціни контрольно-вимірювальних і регулюючих приладів:

$$B2 = 31880 \times 0,25 = 7970 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж (таблиця 6.2.) системи автоматизації процесу виготовлення соку визначають по діючих цінах, по нормах часу на монтаж КВП і А. Затрати на матеріали по монтажу приймаються в розмірі 50 % затрат на заробітну плату по монтажу.

Таблиця 6.2. Розрахунок вартості монтажних робіт

№ п/п	Тип приладу		Вартість монтажу одного приладу, грн.		Загальна вартість монтажу, грн.	
			Заробітна плата	Матеріали	Заробітна плата	Матеріали
1.	Датчик температури	2	150	15	90	30
2.	Датчик рівня	2	231,4	115,7	462,8	231,4
3.	Датчик тиску	6	15	7,5	90	45
5.	АДАМ	2	235	120	470	120
6.	АДАМ	1	90	45	90	45
7.	АДАМ	1	60	30	60	30
8.	Датчик витрати	6	50	25	300	150
9.	Датчик струму	1	52,5	26,25	52,5	26,25
10.	Блок живлення	1	200	100	200	100
Всього					1991,35	865,65

Отже, за даними таблиці 10.2 вартість монтажних робіт становить:

$$B3 = 1991,35 + 865,65 = 2587 \text{ грн.}$$

Вартість налагодження апаратури приймаємо в розмірі 25 % (заводські дані) вартості КВП і А:

$$B4 = 31880 \times 0,25 = 7970 \text{ грн.}$$

Капітальні затрати на автоматизацію виробничих процесів визначаємо, як суму вартості КВП і А, їх монтажу та налагодження із врахуванням транспортно-заготівельних та будівельних витрат:

$$K = B1 + B2 + B3 + B4,$$

тобто:

$$K = 31880 + 7970 + 2587 + 7970 = 50407 \text{ грн.}$$

6.3. Розрахунок витрат на оплату праці за проектом автоматизації

Економію по заробітній платі виробничих робітників визначають у відповідності із зміною чисельності основних та допоміжних робітників та їх середньорічної заробітної плати. Число основних робітників і їх кваліфікацію визначають по кількості робочих місць, встановлених після впровадження автоматизації, і кваліфікації роботи, яка виконується на кожному робочому місці.

Економія по заробітній платі визначаємо у відповідності зі зміною чисельності основних та допоміжних робітників та їх середньорічної заробітної плати. Чисельність основних робітників та їх кваліфікацію визначаємо по кількості робочих місць передбачених після впровадження автоматизації. Ефективний час роботи розраховуємо відніманням від номінального фонду робочого часу запланованих не виходів. Для цього розрахунку складемо баланс робочого часу одного спискового робітника в умовах перервного виробництва (табл. 6.3.).

Таблиця 6.3. Баланс робочого часу одного середньоспискового робітника

Показники	Неперервне виробництво, чотирьох бригадний графік
Календарний фонд часу, днів	365
Загальна кількість неробочих днів	106
Номінальний фонд робочого часу, днів	259
Невиходи на роботу, днів:	
чергова відпустка	24
Ефективний час роботи, днів	232
Середня тривалість робочого дня, годин	7,8
Середня тривалість одного року, годин	1809,6

Річний фонд заробітної плати визначають по групах робочих в залежності від кваліфікації, умов праці, діючої системи оплати праці. Тарифний фонд заробітної плати робітників визначають перемноженням кількості робітників кожної спеціальності на плановий річний фонд робочого ефективного часу одного робітника і на тарифну ставку відповідного розряду. Далі визначають погодинний, денний та місячний фонди заробітної плати, враховуючи доплати (премії в розмірі 14% від заробітної плати).

Розрахунок річного фонду заробітної плати, враховуючи доплати, заносимо в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4. Розрахунок річного фонду заробітної плати основних робітників за базовим варіантом

Професія	К-сть	Розр. середній	Тарифна ставка, грн	Ефект. фонд роб. часу, год	Річний фонд, грн
Оператор	2	4	11,89	1809,6	43032,29
Слюсар	2	3	10,72	1809,6	38797,82
Електрик	1	5	12,29	1809,6	22239,98
Пакувальник	3	3	10,72	1809,6	58196,74
Всього	8	—	—	—	162266,8

Річний фонд заробітної плати ІТР і службовців визначаємо по штатному розкладу та посадових окладах за місяць.

Таблиця 6.5. Річний фонд заробітної плати ІТР і службовців за базовим варіантом

Посада	К-сть	Місячний оклад, грн	Основний фонд, грн	Відрахування до фондів соціального страхування, грн.	Річний фонд, грн
Нач. цеху	1	2200	520	9636	36036
Інженер	1	2000	460	8760	32760
Майстер	4	1900	7600	33288	124488
Всього	6	-	-	51684	193284

Отже, річний фонд оплати праці за базовим варіантом складає:

$$\Phi_1 = 162266,8 + 193284 = 355550,8 \text{ грн.}$$

Скоротивши одного оператора – IV розряду і двох майстрів, знайдемо річний фонд заробітної плати основних робітників та службовців після автоматизації.

Таблиця 6.7. Розрахунок річного фонду заробітної плати основних робітників за проектним варіантом

Професія	К-сть	Розр. середній	Тарифна ставка, грн	Ефект. фонд роб. часу, год	Річний фонд, грн
Оператор	1	4	11,89	1809,6	21516,144
Слюсар	2	3	10,72	1809,6	38797,824
Електрик	1	5	12,29	1809,6	22239,984
Пакувальник	3	3	10,72	1809,6	58196,736
Всього	7	–	–	–	140750,69

Таблиця 6.8. Річний фонд заробітної плати ІТР і службовців за проектним варіантом

Посада	К-сть	Місячний оклад, грн	Основний фонд, грн	Відрахування до фондів соціального страхування, грн.	Річний фонд, грн
Нач. цеху	1	2200	520	9636	36036
Інженер	1	2000	460	8760	32760
Майстер	2	1900	7600	16644	62244
Всього	4			35040	131040

Отже, річний фонд оплати праці за проектним варіантом складе:

$$\Phi_2 = 140750,69 + 131040 = 271790,69 \text{ грн.}$$

Економія по заробітній платі вираховується за наступною формулою:

$$E_3 = \frac{\Phi_1}{Q_1} \cdot Q_2 - \Phi_2,$$

де Φ_1, Φ_2 - річний фонд заробітної плати основних робітників, відповідно до і після автоматизації;

Q_1, Q_2 - річний випуск продукції до і після автоматизації.

Оскільки внаслідок автоматизації не відбувається зміни виробітку, то економія складе різницю між фондом оплати праці до і після впровадження проекту:

$$E_3 = 355550,8 - 271790,69 = 83760,11 \text{ грн.}$$

6.4. Розрахунок виробничої собівартості програми випуску за проектом автоматизації

Для визначення економії за рахунок застосування більш сучасних засобів автоматизації необхідно розрахувати собівартість річного випуску базового та проектуючого варіантів.

Для кожного з цих варіантів собівартість продукції визначають по статтях, які змінюються в результаті впровадження нової техніки. До основних статей зміни собівартості продукції відноситься: затрати на сировину, матеріали (основні та допоміжні), затрати на заробітну плату виробничих робітників, затрати на енергію для технологічних цілей, витрати на утримання та поточний ремонт виробничих будівель і споруд, інші затрати.

Економію за рахунок зниження витрат сировини, матеріалів, палива визначають по різниці норм витрати в базовому та проектуваному варіанті за наступною формулою:

$$E_M = (V_1 \times C_1 - V_2 \times C_1) \times Q_2,$$

де V_1, V_2 – об'єм сировини, матеріалів на одиницю продукції відповідно до і після впровадження автоматизації;

C_1 – ціна одиниці сировини, матеріалів;

Q_2 – річний випуск продукції згідно проектованого варіанту ($Q_2 = 9048$ шт).

Річний випуск продукції визначається виходячи з того, що за одну зміну (8 годинний робочий день) обробляється комплект лопаток (37 шт.), відповідно за 1 год. напиленню піддається 5 лопаток.

За даними підприємства $C_1 = 3,5$ грн. Об'єм сировини до автоматизації на одну деталь становить $V_1 = 0,02$ м³, після автоматизації $V_2 = 0,015$ м³.

За попередніми розрахунками $Q_2 = 9048$ шт. Підставимо ці значення у формулу:

$$E_m = (0,02 \times 3,5 - 0,015 \times 3,5) \times 9048 = 158,34 \text{ грн.}$$

Економія по технологічній електроенергії визначається за формулою:

$$E_{\text{ен}} = (P_1 \times C_2 - P_2 \times C_2) \times Q_2,$$

де P_1 , P_2 – витрати енергії відповідно до та після впровадження автоматизації;

C_2 – ціна одиниці енергії.

За даними підприємства $P_1 = 0,425$ кВт /год; $C_2 = 0,627$ грн/кВт.

Після впровадження автоматизації витрата енергії на одиницю продукції P_2 зменшилась до 0,35 кВт /год завдяки новим економічним насосам та контроллерам виготовленим за енергозберігаючою технологією.

Вартість будівель цеху визначається на основі розрахунку площі та об'єму приміщень.

$$B_B = n \cdot S_{\text{ср}} \cdot h \cdot C,$$

де

B_B – вартість будівель цеху, грн;

n – кількість робочих місць;

S_{cp} – середня площа 1-го робочого місця, м²;

h – висота будівель, м;

C – ціна за 1 м³ будівлі, грн/м³ ($C=179$ грн/м²).

$$B_B = 7 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 179 = 25060 \text{ грн}$$

Вартість інструментів і пристроїв приймається укрупнено у розмірі 15% від вартості устаткування

$$B_I = 0,15 \cdot B_y \text{ (грн.)}$$

$$B_I = 0,15 \cdot 15282,68 = 2292,4 \text{ грн.}$$

З цієї суми 60% становить вартість інструменту, який належить до основних фондів (1375,44 грн), а 40% вартості відноситься до малоцінного і швидкозношуваного інструменту та пристроїв (916,96 грн). Їх вартість включається у кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування за статтею “Зношення інструменту”.

Вартість виробничого інвентаря B_{VI} визначається у розмірі 1,5% від вартості устаткування.

$$B_{VI} = 0,015 \cdot B_y \text{ (грн.)}$$

$$B_{VI} = 0,015 \cdot 15282,68 = 229,24 \text{ грн}$$

Вартість господарського інвентаря B_{GI} визначається у розмірі 0,5% від вартості устаткування.

$$B_{GI} = 0,005 \cdot B_y \text{ (грн.)}$$

$$B_{GI} = 0,005 \cdot 15282,68 = 76,41 \text{ грн}$$

Загальна вартість інвентаря B_{IH} становить:

$$B_{IH} = B_{VI} + B_{GI} \text{ (грн.)}$$

$$V_{\text{ИН}} = 229,24 + 76,41 = 305,65 \text{ грн}$$

Таблиця 6.10. Розрахунок амортизаційних відрахувань за базовим варіантом

№ п/п	Найменування основних фондів	Вартість основних фондів, грн.	Річна норма амортизації, %	Сума амортизаційних відрахувань, грн.
1	2	3	4	5
1	Будівлі і споруди	25060	8	2004,8
2	Устаткування	8890	40	3556
3	Інструменти	1333,5	24	320,04
4	Інвентар	177,8	60	106,68
	Всього	35464,3		5992,52

Таблиця 6.11. Розрахунок амортизаційних відрахувань за проектним варіантом

№ п/п	Найменування основних фондів	Вартість основних фондів, тис. грн..	Річна норма амортизації, %	Сума амортизаційних відрахувань, грн.
1	2	3	4	5
1	Будівлі і споруди	25060	8	2004,8
2	Устаткування	15282,68	40	6113,07
3	Інструменти	2292,4	24	550,18
4	Інвентар	305,65	60	183,4
	Всього	42943,73		8856,45

За заводськими даними та попередніми розрахунками складаємо кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання (таблиця 6.12.).

Таблиця 6.12. Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання

№ п/п	Статті витрат	Сума, тис. грн..	
		Базовий варіант	Проектний варіант
1	Витрати на повне відновлення та капітальний ремонт виробничих фондів	3876,04	6663,25
2	Витрати на експлуатацію устаткування	46766,88	40804,9
3	Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів	302,3	519,6
4	Знос МШП (нецільового призначення)	509,6	479,9
5	Всього	51454,82	48467,65

До статті 1 амортизаційні відрахування від вартості устаткування, транспортних засобів, інструментів.

Стаття 2 включає:

- витрати на оплату праці чергових слюсарів, наладчиків, електриків;
- відрахувань на соцстрах;
- вартість мастильних та обтиральних матеріалів.

До статті 3 включаються витрати на проведення поточного ремонту, що приймається укрупнено для устаткування в розмірі 3 – 5% від початкової вартості, а для інструментів в розмірі 20 – 25% від початкової вартості.

До статті 4 відноситься інші витрати, приймаються в розмірі 1% від суми попередніх витрат (ст. 1-3).

Таблиця 6.13. Собівартість річного ремонту лопаток за плановою калькуляцією підприємства по статтях, що зазнали змін у процесі автоматизації

Статті витрат	Базовий варіант	Проектний варіант
	на одиницю продукції	на одиницю продукції
1	2	3
1. Сировина	14,6	10,95
2. Основні матеріали	–	–
3. Допоміжні матеріали	–	–
4. Тара	–	–
5. Транспортні та заготівельні	–	–
6. Паливо та електроенергія	110,5	91
7. Нарахування на заробітну плату у розмірі 14%	1,14	0,9
8. Утримання обладнання	5,6	5,36
9. Невиробничі витрати	17	15
10. Повна собівартість	148,84	123,21

Сума річної економії по експлуатаційних витратах розраховують за формулою:

$$E_{\text{ср}} = (C_1 - C_2) \cdot Q_2,$$

де C_1 , C_2 – собівартість одиниці продукції відповідно до і після впровадження автоматизації;

Q_2 – річний випуск продукції після впровадження автоматизації.

За даними таблиці 12.11: $C_1 = 148,84$ грн, а $C_2 = 123,21$ грн.

За попередніми розрахунками: $Q_2 = 9048$ шт .

Тоді:

$$E_{\text{ср}} = (148,84 - 123,21) \cdot 9048 = 231900,24 \text{ грн.}$$

6.5. Розрахунок основних техніко-економічних показників проекту автоматизації

Економічний ефект від автоматизації даної установки обчислюємо наступним чином:

$$E_{\phi} = E_{\text{заг}} - E_n \times K,$$

де $E_{\text{заг}}$ – річна економія за рахунок використання різноманітних джерел живлення;

E_n – коефіцієнт ефективності (приймається рівний 0,15);

K – капітальні затрати на автоматизацію.

$$E_{\phi} = 316244,17 - 50407 \times 0,15 = 308683,12 \text{ грн.}$$

Впровадження автоматизації передбачає додаткові капіталовкладення, які повинні окупитися за рахунок отриманої економії. Термін окупності капітальних інвестицій на проведення автоматизації проводимо наступним чином:

$$T = \frac{K}{E_{\text{заг}}}$$

$$T = \frac{50407}{316244,17} = 0,16$$

Отже, термін окупності проекту складає 0,16 року або 2 місяця.

Знайдемо значення коефіцієнта економічної ефективності проекту за формулою:

$$k_{\text{ef}} = \frac{E_{\text{заг}}}{K}$$

$$k_{\text{ef}} = \frac{316244,17}{50407} = 6,27$$

Отже, внаслідок впровадження проекту автоматизації підприємство отримуватиме 6,27 грн. доходу на одну гривню вкладених коштів, що свідчить про високу ефективність капіталовкладень.

Зростання продуктивності праці внаслідок автоматизації розрахуємо за наступною формулою:

$$РПП = \frac{r}{r - r_1} \times 100\% - 100,$$

де r – число основних робітників до впровадження автоматизованої системи;

r_1 – число робітників, яких необхідно скоротити після проведення автоматизації.

$$РПП = \frac{14}{14 - 3} \times 100\% - 100 = 27,3\%$$

Усі одержані від проведених розрахунків дані зводимо в табл. 6.14

Таблиця 6.14. Зведена таблиця основних витрат

Назва витрат	Одиниці виміру	До проведення автоматизації	Після автоматизації
Капітальні витрати:	грн.	-	50407
Число основних робітників	чол.	8	7
Річний фонд оплати праці основних робітників	грн.	162266,83	140750,69
Середньомісячна заробітна плата основних робітників	грн.	1690,28	1675,6
Річний економічний ефект	грн.	-	30683,12
Ефективність капітальних вкладень	-	-	6,27
Термін окупності	років	-	0,16
Ріст продуктивності праці	%	-	27,3

Отже, на основі проведених розрахунків можна стверджувати, що запровадження автоматизації процесу виготовлення соку дозволяє:

- підвищити якість і ефективність процесу виробництва;
- зменшити витрати на сировину;
- зменшити витрати на електроенергію;
- зменшити кількість основних робітників, що обслуговують установку, що призведе до зменшення витрат на заробітну плату.

Річний економічний ефект від впровадження автоматизації становить 30683,12 гривень. Проектована система автоматизації технологічного процесу окупиться за 2 місяці, що дає підстави рекомендувати її до впровадження у виробничий процес.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Організаційні заходи та інженерні рішення, спрямовані на покращення умов і безпеки праці

Харчова промисловість характеризується тим, що при виготовленні різноманітних продуктів харчування особливий акцент ставиться на дотримання вимог виробничої санітарії та гігієни праці, оскільки від цього в значній мірі залежить не тільки якість продукції, але і здоров'я населення, яке її споживає. Тому виготовлення томатного соку передбачає, перш за все, чітке дотримання норм санітарної гігієни.

Крім того, потрібно слідкувати за ретельним дотриманням вимог охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки, оскільки обладнання для виготовлення вказаної продукції характеризується певною специфікою як конструктивного виконання, так і обслуговування та ремонту. Це дозволить запобігти виникненню виробничого травматизму.

Для запобігання виникнення аварійних ситуацій, виробничих травм та інших небезпечних явищ, конструкції машин та технологічного обладнання повинні розроблятися, проектуватися та постачатися замовниками відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 "Обладнання виробниче".

Технологічне обладнання має задовольняти вимоги безпеки при монтажі, експлуатації, ремонті, транспортуванні та зберіганні, при використанні окремо або у складі комплексів і технологічних систем. У процесі експлуатації воно не повинне забруднювати викидами шкідливих речовин навколишнє середовища понад норми, регламентовані стандартами.

Безпека технологічного обладнання має гарантуватися:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкцій;
- застосуванням у конструкції засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування і засобів захисту;
- включенням вимог безпеки у технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання;
- дотриманням ергономічних вимог;
- застосуванням у конструкції відповідних матеріалів. Технологічне обладнання повинне бути пожежо- та вибухобезпечним.

При експлуатації в умовах, встановлених експлуатаційною та ремонтною документацією, не створювати небезпеки внаслідок дії вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високих та низьких тисків температур, агресивних речовин та інше. Впродовж усього строку експлуатації воно має відповідати вимогам безпеки.

Складові частини технологічного обладнання (у тому числі провідники, трубопроводи, кабелі) виконують з таким розрахунком, щоб виключити можливість їх випадкового пошкодження.

Трубопроводи, які проходять біля стін або над підлогою, надійно закріплюються на спеціальних підвісках, кронштейнах, які легко розбираються. Після монтажу трубопроводи підлягають гідравлічним випробуванням на тиск, який в 1,5 разів перевищує робочий. При цьому тиск по манометру повинен бути постійним протягом 10 хвилин. Про якість монтажу трубопроводів судять по їх герметичності, надійному кріпленні.

Трубопроводи для рідин, які мають температуру вище 50°C, повинні бути ізольованими.

Зовнішні поверхні обладнання, крім тих, що доторкаються і труться, а також внутрішні поверхні, які не мають безпосереднього контакту з сіллю чи паром, мають бути пофарбовані в світлий колір; всі трубопроводи в цехах, де встановлено технологічне обладнання, мають бути пофарбовані у відповідні кольори: для холодної води - в голубий колір, гарячої води - голубий з

поперечними червоними полосами, пари - в червоний колір, конденсату - в зелений колір з поперечною червоною стрічкою.

Рухомі частини технологічного обладнання, якщо вони є джерелом небезпеки, мають бути огорожені або обладнані іншими засобами захисту. Якщо виконавчі органи або рухомі частини технологічного обладнання, що становлять небезпеку для людей, не можуть бути огорожені або обладнані іншими засобами захисту внаслідок їх функціонального призначення, то слід передбачати засоби сигналізації, які попереджують про пуск обладнання, засоби зупинки і відключення від джерела енергії.

Елементи конструкції технологічного обладнання не повинні мати гострих кутів, країв та поверхонь з нерівностями, що становлять небезпеку, якщо їх наявність не визначається функціональним призначенням обладнання.

Конструкції технологічного обладнання з метою запобігання виробничого травматизму повинна виключати можливість випадкового дотику працюючих до гарячих і холодних частин.

Кількість теплоти, що виділяється чи поглинається технологічним обладнанням, а також шкідливих речовин і вологи у виробничих приміщеннях не повинна перевищувати гранично допустимих рівнів у межах робочої зони, встановлених стандартів.

У разі потреби в конструкції технологічного обладнання передбачають, засоби місцевого освітлення, що відповідають умовам експлуатації, при цьому слід запобігати випадковому дотику до струму ведучих частин встановлених частин.

Робочі органи технологічного обладнання, а також підйомні засоби або їх приводи необхідно обладнати засобами, що запобігають виникненню небезпеки при повному або частковому припиненні подачі енергоносія до приводів цих пристроїв, а також засобами, що виключають самовключення приводів робочих органів при відновленні подачі енергії.

Конструкцією технологічного обладнання має бути передбачений захист від Ураження електричним струмом, що відповідає основним вимогам:

- струмоведучі частини технологічного обладнання, що є джерелами небезпеки, мають бути надійно ізолювані чи огорожені або знаходяться в недоступних для людей місцях, а електрообладнання, що має відкриті струмоведучі частини, має бути розміщена всередині корпусів із дверима, що закриваються, або захисними кожухами при розміщенні в доступних для людей місцях;

- металеві частини технологічного обладнання, які внаслідок пошкодження ізоляції можуть опинитися під електричною напругою небезпечної величини, повинні бути заземлені;

- в схемах електричного ланцюга технологічного обладнання необхідно передбачати пристрій централізованого відключення від мережі живлення всього електричного ланцюга.

Органи керування технологічного обладнання повинні відповідати таким основним вимогам: мати форму, розміри поверхні, безпечні і зручні для роботи, розміщуватися в робочій зоні так, щоб відстань між ними, а також до інших елементів конструкції не утруднювати виконання операцій та враховувалися необхідні для переміщення зусилля і напрямки.

Форми, розміри, характер поверхонь і вказівки щодо розміщення органів керування, відстань між ними, а також інших елементів конструкції і допустимих зусиль передбачають згідно з нормами, встановленими в галузях для відповідних груп обладнання.

Керування технологічного обладнання, що належить до однієї й тієї ж групи має бути уніфіковане (розміщення рукояток, педалей, правила керування, типові написи, знаки).

Напрямок обертання маховичків та штурвалів, переміщення важелів, педалей повинні відповідати вимогам стандартів. Органи керування повинні бути сконструйовані так, щоб їх переміщення збігалось з напрямом руху самого

обладнання, за винятком тих випадків, коли конструктивні та функціональні особливості обладнання не дозволяють цього, їх виконують або заблоковують так, щоб виключалась можливість неправильної послідовності операцій.

Органи керування аварійного вимикання мають бути пофарбовані в червоний колір, відрізнятися формою від решти елементів керування, мати покажчики їх знаходження, написи про призначення, розміщуватися в легкодоступних для персоналу місцях і виключати можливість пуску до усунення аварійної ситуації.

Органи керування технологічним обладнанням, які обслуговують одночасно кілька працівників, заблоковують так, щоб забезпечити необхідну послідовність дій. Якщо частина обладнання, що становить небезпеку для людей, знаходиться за межами огляду оператора, слід передбачити додаткові аварійні вимкнення.

Засоби захисту повинні проводитися у готовності до початку функціонування обладнання так, щоб його експлуатація була неможливою у разі відключення або несправності цих засобів. Відмова окремих елементів не повинна впливати на захисну дію інших засобів або створювати будь-яку додаткову небезпеку. Засоби захисту мають бути в легкодоступними для обслуговування і контролю, в необхідних випадках забезпеченими пристроями автоматичного контролю їх дії.

Змінні, відкидні або розсувні огороження робочих органів, які запобігають небезпеці при роботі технологічного обладнання, а також двері, кришки, щитки, що відкриваються в огороженнях або корпусі обладнання, повинні мати пристрої, які не допускають їх випадкового знімання або відкривання (замки, знімання за допомогою інструменту), а при необхідності блокування.

Для попередження про небезпеку як сигнальні елементи застосовують звукові, світлові та кольорові сигналізатори. Вони мають бути встановлені у зонах так, щоб їх добре бачив і чув обслуговуючий персонал. Тривожні сигнали повинні легко розрізнятися у виробничих приміщеннях.

Частини технологічного обладнання, що становлять небезпеку для людини повинні бути пофарбовані у сигнальні кольори з нанесенням знаків безпеки, встановлених стандартів.

Для запобігання можливому виникненню виробничих небезпек на робочих місцях спеціальні контролюючі органи здійснюють постійний контроль за станом обладнання, режимами технологічних процесів. При цьому стежать за тим, щоб стан технологічного обладнання і процеси, які протікають постійно відповідали спеціальним вимогам безпеки, які наведені у відповідних державних і галузевих стандартах, галузевих нормах і правилах техніки безпеки, в інструкціях заводів-виробників обладнання та і інших офіційних документах.

Вимоги до засобів автоматизації.

В монтаж повинні прийматись прилади і засоби автоматизації перевірені з оформленням відповідних протоколів з метою забезпечення цілісності приладів і обладнання від ушкоджень, розкомплектування та викрадення монтаж повинен виконуватись після письмового розпорядження генпідрядника (замовника).

Перевірка приладів і засобів автоматизації виконується замовником чи залученими ним спеціалізованими організаціями, які виконують роботи по налагодженню приладів і засобів автоматизації методами прийнятими в цих організаціях з урахуванням умов інструкцій держстандартів та підприємств виготовлювачів.

Прилади і засоби автоматизації які приймаються в монтаж після перевірки повинні бути підготовленні для доставки до місця монтажу. Рухомі системи повинні бути міцно закріплені, з'єднувальні пристрої захищені від попадання в них пилу, бруду та вологи. Разом з приладами і засобами автоматизації повинні бути передані монтажній організації спеціальні інструменти принади та з'єднувальні деталі, які входять в їх комплект та необхідні при монтажу.

Розміщення приладів і засобів автоматизації та їх взаємне розташування має виконуватись по робочій документації. Їх монтаж повинен забезпечувати

точність вимірювань, вільний доступ к приладам та до їх запірних та налагоджувальних пристроїв (кранам, вентилям, перемикачам і т.п.).

В місцях встановлення ПЗА малодоступних для монтажу та експлуатаційного обслуговування повинно бути до початку монтажу закінчено спорудження сходів, колодязів та майданчиків у відповідності з робочою документацією.

Прилади і засоби автоматизації мають встановлюватись при температурі навколишнього середовища та відносній вологості обумовлених в монтажно-експлуатаційних інструкціях підприємств виготовлювачів.

Приєднання до приладів зовнішніх трубних проводок повинно здійснюватись відповідності до вимог ГОСТ 25164-82 та ГОСТ 25165-82, а електричних проводок - ГОСТ 10434-82, ГОСТ 25154-82, ГОСТ 25705-83, ГОСТ 19104-89 та ГОСТ 23517-89.

Кріплення ПЗА до металічних конструкцій (щитів, штативів, стендів і т.п.) повинно здійснюватись способами, передбачені конструкцією ПЗА та деталями що входять до їх комплектів. Якщо в комплект окремих ПЗА з'єднувальні деталі не входять то вони повинні бути закріплені нормалізованими з'єднувальними виробами. При наявності вібрацій в місцях встановлення приладів різьбові з'єднувальні деталі повинні мати засоби, що виключають самовільний їх від'єднання (пружинні шайби, контргайки, і т.п.).

Отвори ПЗА які призначені для приєднання трубних та електричних проводок повинні залишатись заглушеними до моменту підключення проводок.

Корпуси ПЗА мають бути заземлені у відповідності до вимог інструкцій підприємств виготовлювачів та СНиП 3.05.06-85

Чутливі елементи рідинних термометрів, термосигналізаторів, манометричних термометрів перетворювачів термоелектричних (термопар) термоперетворювачів опору повинні розташовуватись в центрі потоку вимірювального середовища. При тиску вище 6 МПа (60 кгс/кв.см.) та швидкості потоку пари 40 м/с та води 5 м/с глибина занурення чутливих елементів у

вимірювальне середовище (від внутрішньої стінки трубопровода) повинна бути не більше 135 мм.

Робочі частини поверхневих перетворювачів термоелектричних (термопар) та термоперетворювачів опору повинні міцно прилягати до контрольованої поверхні. Перед встановленням цих приладів місце дотику їх з трубопроводами та обладнання повинно бути очищене від окалени та зачищене до металевого блиску.

Перетворювачі термоелектричні (термопар) в фарфоровій арматурі допускається занурювати в зону високих температур на довжину фарфорової захисної трубки.

Термометри в яких захисні чохла виготовлені з різних металів повинні занурюватись у вимірювальне середовище на глибину не більше ніж вказано в паспорті підприємства виготовлювача.

Не допускається прокладка капілярів манометричних термометрів по поверхнях, температура яких вище чи нижче температури навколишнього середовища. При необхідності прокладки і капілярів в місцях з гарячими чи холодними поверхнями між останніми та капіляром повинні бути повітряні зазори, які захищають капіляр від нагрівання чи охолодження або повинна бути прокладена відповідна теплоізоляція. По всій довжині прокладки капіляри манометричних термометрів повинні бути захищені від механічних пошкоджень. При зайвій довжині капіляр має бути згорнутий в бухту діаметром не менше 300 мм; бухта повинна бути перев'язана в трьох місцях не металічними перев'язками та надійно закріплена у приладі.

Прилади для вимірювання тиску, пари або рідини по можливості мають бути встановлені на одному рівні з місцем відбору тиску; якщо ця вимога не може бути виконана у робочій документації має бути визначена постійна похибка до показів приладів.

Рідинні U-подібні манометри встановлюються строго вертикально. Рідина, яка заповнює манометр повинна бути очищена та не повинна містити повітряних

бульбашок. Пружинні манометри (вакуумметри) повинні встановлюватись у вертикальному положенні.

Розділювальні ємності встановлюються відповідно нормаліям або робочим кресленням проекту як правило поблизу місць відбору імпульсів. Розділювальні ємності повинні встановлюватись так, щоб контрольні отвори ємностей розташовувались на одному рівні та могли легко обслуговуватись експлуатаційним персоналом.

19. Монтаж приладів для фізико-хімічного аналізу та їх відбірних пристроїв повинно виконуватись в строгій відповідності до вимог інструкцій підприємств виготовлювачів приладів.

20. При встановленні показуючих та реєструючих приладів на стіні чи на стійках, які кріпляться до підлоги шкала, діаграма, запірна арматура, органи настройки та контролю пневматичних та інших здавачів повинні знаходитись на висоті 1-1,7 м, а органи керування з опірною арматурою - в одній площині зі шкалою приладу.

21. Монтаж агрегатних та вимірювальних комплексів АСУТП повинен здійснюватись за технічною документацією підприємств виготовлювачів.

22. Всі ПЗА, які встановлюються чи вмонтовуються у технологічні апарати і трубопроводи (звужуючі та відбірні пристрої, лічильники, ротаметри, поплавки рівнемірив, регулятори прямої дії і т.п.) повинні бути встановлені у відповідності з робочою документацією та вимогами до встановлення приладів на технологічному обладнанні.

Вимоги до встановлення приладів на технологічному обладнанні.

1. Встановлення звужуючих пристроїв у трубопроводах повинна виконуватись відповідно до робочих креслень та нормалей з виконанням «Правил вимірювання витрати газів та рідин стандартними звужуючими пристроями», затвердженими Держстандартом.

2. Перед встановленням звужуючого пристрою повинна бути виконана перевірка з проектними даними та комплектувальною відомістю:

- А) діаметра трубопроводу та місця встановлення;
- Б) марки матеріалу звужуючого пристрою;
- В) напрямом потоку та правильності позначень «плюс» і «мінус» на корпусі звужуючого пристрою.

Встановлення звужуючого пристрою повинне здійснюватися так, щоб в робочому стані позначення на його корпусі були доступні для огляду. У випадку невиконання цієї вимоги до звужуючого пристрою кріпиться пластинка, на яку наносяться дані, розміщені на корпусі звужуючого пристрою.

Звужуючі пристрої, які встановлюються на трубопроводах, необхідно монтувати із виконанням основних технічних вимог:

А) повинні бути витримані вказані у робочій документації довжини прямих ділянок трубопроводу до та після звужуючого пристрою;

Б) встановлення фланців повинне виконуватися так, щоб площини фланців були між собою паралельні та перпендикулярні осі трубопроводів. Відстань між площинами фланців повинна бути рівною будівельній довжині звужуючого пристрою з урахуванням місця для прокладок з обох сторін;

В) трубопровід перед звужуючим пристроєм повинен бути очищений від бруду, слідів зварювання та внутрішніх виступів, що змінюють форму потоку; на внутрішній поверхні ділянки трубопроводу довжиною, рівній двом зовнішнім діаметрам його, перед та за звужуючим пристроєм не повинно бути ніяких виступів, а також помітних неозброєним оком нерівностей;

Г) повинна бути забезпечена співвісність трубопроводу та звужуючого пристрою, а також перпендикулярність торця звужуючого пристрою осі трубопроводу;

Д) напрям стрілки, вказаної на звужуючому пристрої, повинен співпадати з напрямом потоку речовини, яка заповнює трубопровід; гострий бік діафрагми, заокруглена частина сопла або труби Вентурі повинні бути напрямлені проти потоку вимірювального середовища;

Е) ущільнювальні прокладки не повинні виступати всередину технологічних трубопроводів.

5. Закладні конструкції для монтажу відбірних пристроїв тиску та відбору від звужуючих пристроїв на горизонтальних і похилих трубопроводах повинні розташовуватись так:

А) на газо- і повітропроводах - зверху; Б) на трубопроводах рідини і пари - збоку.

6. Вимірювачі витрати (лічильники, ротаметри і т.п.), вмонтовувані в технологічні трубопроводи, необхідно монтувати із виконанням наступних основних вимог:

А) встановлення лічильників виконується після завершення монтажу та ретельної очистки трубопроводу; випробування трубопроводу та лічильника виконується одночасно;

Б) швидкісні лічильники повинні бути встановлені на прямих ділянках трубопроводів в місцях, вказаних в проекті;

В) площини фланців повинні бути між собою паралельні та перпендикулярні осі трубопроводу.

Технологічні трубопроводи в місцях встановлення ротаметрів, об'ємних та швидкісних лічильників повинні мати обвідні лінії з відповідною запірною арматурою.

Якщо розмір лічильника менше діаметра трубопроводу, встановлення лічильника повинне виконуватися між двома конусними перехідними патрубками. При цьому запірна арматура має бути встановлена на основному трубопроводі до та після патрубків. Застосування перехідних фланців забороняється.

Поплавки рівнемірів всіх типів повинні встановлюватися так, щоб переміщення поплавка та тросу чи тяги виконувалося без затирань. Хід поплавка має бути рівним або трішки більше максимального вимірювання рівня.

Встановлення регуляторів температури і тиску прямої дії на технологічних трубопроводах повинне виконуватися таким чином, щоб напрям стрілок на їх корпусах відповідав напрямку руху вимірювального середовища.

Довжина прямих ділянок трубопроводу до та після регулюючих клапанів повинна відповідати вказаній в проекті.

При невідповідності умовного проходу регулюючого клапана діаметру трубопроводу встановлення клапана повинне виконуватися за допомогою конусних перехідних патрубків. Застосування перехідних фланців забороняється.

Всі ПЗА, які встановлюються чи вмонтовуються в технологічні апарати і трубопроводи - регулятори прямої дії, звужуючі пристрої, регулюючі клапани, лічильники і т.п. - потрібно встановлювати після очистки та промивки апаратів і трубопроводів до їхнього гідравлічного випробовування на міцність, а на киснепроводах - після знежирювання.

Для роботи на кожному механізмі або апараті допускається лише робітник навчений і проінструктований по догляду за ним, із знанням техніки безпеки по експлуатації.

7.2. Розрахунок системи захисного заземлення

Захисне заземлення – навмисне приєднання до землі металевих частин електроустаткування, що можуть виявитися під напругою внаслідок ушкодження ізоляції. Основне призначення захисного заземлення – знизити напруга дотику до безпечної величини.

Захисне заземлення є ефективним способом забезпечення безпеки людей, що працюють з електроустаткуванням. Повинне бути заземлені металеві корпуси електричних машин, апаратів, каркаси розподільних щитів і інші металеві конструкції, зв'язані з електроустановками. Штучний заземлювач, являє

собою замкнутий контур з 10 труб, довжиною 2 м і діаметром 0,2 м, встановленими на глибину 1 м і з'єднаних смугою, що заземлює.

Опір розтікання струму від однієї труби:

$$R = \frac{0.336 \cdot p}{L \left(\lg \left[\frac{2 \cdot L}{d} \right] + 0.5 \cdot \lg \left[\frac{4 \cdot h + L}{4 \cdot h - L} \right] \right)}, \quad (7.1.)$$

де $p = 100 \text{ Ом/см}$ – питомий опір ґрунту;

$l = 2 \text{ м}$ – довжина труби;

$d = 0,2 \text{ м}$ – діаметр труби;

$h = 100 \text{ см}$ – глибина установки заземлення;

$$R = \frac{0.366 \cdot 100}{200 \cdot \left(\lg \left[\frac{2 \cdot 200}{20} \right] + 0.5 \cdot \lg \left[\frac{4 \cdot 100 + 200}{4 \cdot 100 - 200} \right] \right)} = 0.46 \text{ Ом.}$$

Опір розтікання струму системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{R}{m \cdot K_1 \cdot K_2}, \quad (7.2.)$$

де m – число труб;

$k_1 = 0,56$ – коефіцієнт, що враховує екранування труб;

$k_2 = 0,78$ – коефіцієнт, що враховує екранування смуги і труб;

$$R_{\text{сист}} = \frac{0.46}{10 \cdot 0.56 \cdot 0.78} = 0.11 \text{ Ом.}$$

Довжина замикаючої смуги для замкнутого кола:

$$L_1 = a \cdot m, \quad (7.3.)$$

де $a = 3 \text{ м}$ – відстань між трубами.

$$L_1 = 3 \cdot 10 = 30 \text{ м.}$$

Опір розтікання струму сталевій смугі, що заземлює:

$$R_{II} = \frac{0.366 \cdot p}{L_1 \cdot \lg \left[\frac{2 \cdot L_1^2}{b \cdot h_1} \right]}, \quad (7.4.)$$

де $h_1 = 3$ см – ширина смуги, що заземлює,

$$R_{II} = \frac{0.366 \cdot 100}{3000 \cdot \lg \left[\frac{2 \cdot 3000^2}{100 \cdot 3} \right]} = 0.058 \quad \text{Ом.}$$

Загальний опір заземлення:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_{\text{ссис}} \cdot R_n}{R_{\text{ссис}} + R_n}, \quad (9.5.)$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{0.11 \cdot 0.058}{0.11 + 0.058} = 0.038 \quad \text{Ом.}$$

Опір розтікання струму в захисному пристрої, що заземлює, для установок до 1000 В. повинно бути не більш 4 Ом.

Опір проектованого заземлення:

$$R_{\text{заг}} = 0.038 \quad \text{Ом} < 4 \quad \text{Ом,}$$

тобто спроектований пристрій задовольняє нормативним вимогам.

7.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Основною причиною виникнення надзвичайної ситуації в даному випадку є пожежа. Модернізація лінії проводиться з урахуванням вимог щодо пожежної безпеки. Найперше, визначаємо категорію пожежної небезпеки цеху сухої або знежиреної сироватки. Даний цех відноситься до класу вибухо- та пожежонебезпечних приміщень. Основним вибухонебезпечним об'єктом є сушка.

Приміщення та споруди поділяються на категорії (А, Б, В, Г, Д) залежно від розміщених технологічних виробництв і властивостей речовин і матеріалів, які там застосовуються або утворюються. Цех сухої і знежиреної сироватки належить до категорії В - пожежонебезпечна. Це приміщення в якому обертаються горючі та важкогорючі рідини та матеріали, в тому числі пил та волокна, речовини та матеріали здатні горіти тільки при взаємодії з киснем повітря.

Причинами загоряння на виробництві можуть бути:

- куріння, залишені без нагляду нагрівальні прилади;
- перевищення допустимої температури сушки;
- несвоєчасна чищення внутрішніх частин сушки, яке приводить до самозагоряння і навіть до вибуху в середині башні розпилюючої сушки;
- несвоєчасне очищення будівельних конструкцій приміщень від пилу сухої сироватки.

Велике значення для обмеження поширення вогню і забезпечення безпеки людей та їх евакуації з приміщення має план споруд і передбачення евакуаційних шляхів, які дозволяють людям при пожежі швидко покинути приміщення.

На даному виробництві кожне технологічне відділення відокремлене від сусіднього протипожежними перегородками, які виконані з негорючих матеріалів. Протипожежні стіни опираються на фундамент. При пожежі вони забезпечують захист напротязі 2,5 годин. Протипожежні стіни зводяться на всю висоту приміщення, розділюють перекриття і попереджують поширення пожежі по зовнішніх стінах. Кожне приміщення, кожна технологічна площадка мають не менше як по два виходи, вони обладнані сходами з перилами.

На території підприємства встановлені пожежні щити. До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на них, включають ящик з піском, покривало з керамічного теплоізоляційного матеріалу 2 лопи, 2 сокири. Для швидкого і точного оповіщення про пожежу і місце її виникнення призначена пожежна сигналізація. В цеху сухої або знежиреної сироватки знаходиться щит

пожежної сигналізації, який зв'язаний з логометром і системою управління. Якщо стрілка логометра пересікає граничне значення температури в башні 210 оС, вмикається світлова і звукова сигналізація, відключається напруга на щиті управління сушкою. Тоді відкривається клапан, і вода через насос подається в форсунки і гасить полум'я.

Черговий персонал повинен щоденно візуально контролювати цілісність труб, що захищають електропроводки пожежної сигналізації, у місцях перехрещення із силовими електромережами, а також у місцях прокладання крізь стіни, перегородки, тощо.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний знати:

- улаштування та принцип дії АПС, що обслуговується;
- проектну та технічну документацію на АПС, що обслуговується;

Обслуговуючий персонал зобов'язаний:

- утримувати установки пожежної автоматики в працездатному стані;
- якісно здійснювати регламентні роботи з технічного обслуговування, ремонту та ведення експлуатаційної документації на установки;
- виконувати правила охорони праці.

Черговий персонал повинен знати:

- назву та місцезнаходження приміщень, що захищаються;
- порядок виклику пожежної охорони в разі отримання сигналу про пожежу та взаємодії з пожежними підрозділами під час ліквідації пожежі та її наслідків;
- інструкції з експлуатації установок та з охорони праці;
- техніко-технічну характеристику установок і принцип їх дії;
- порядок ведення експлуатаційної документації;
- порядок взаємодії з іншими спеціальними службами (медичною допомогою, місцевими службами енергонагляду та газового господарства тощо).

Протягом виконання робіт з технічного обслуговування або ремонту, проведення яких пов'язано з вимиканням АПС, адміністрація зобов'язана вжити необхідних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки приміщень та технологічного устаткування, що захищаються, повідомивши про це пожежну охорону.

Кожного дня перед початком роботи черговий персонал повинен контролювати положення вимикачів, перемикачів, тумблерів, а також справність світлових індикаторів, наявність пломб на пристрої приймально-контрольному пожежному (далі - ППКП).

Щомісячно обслуговуючий персонал повинен перевіряти:

- справність плавких запобіжників;
- номінальні значення напруги в електричних мережах основного і резервного джерел живлення, а також у шлейфах сигналізації;
- автоматичне вмикання резервного живлення ППКП у разі зникнення основного;
- працездатність ППКП у режимах “Пожежа” та “Несправність” шляхом імітації спрацювання сповіщувачів та порушень шлейфів сигналізації.

Щорічно обслуговуючий персонал повинен перевіряти:

- надійність з'єднання всіх доступних випадковому доторканню металевих неструмопровідних частин ППКП з його зажимом “заземлення”, а також вимірювати значення опору між вказаними частинами та зажимом “заземлення” на відповідність вимогам технічних умов на даний прилад;
- один раз на 3 роки обслуговуючий персонал повинен вимірювати значення електричного опору ізоляції між електрично не з'єднаними струмопровідними частинами ППКП, а також між ними і його корпусом на відповідність вимогам технічних умов на цей прилад.

Забороняється:

- використання трубопроводів установок пожежегасіння для підвішування та/або закріплення будь-якого обладнання;
- підключення виробничого обладнання і санітарних пристроїв до живлячих трубопроводів;
- встановлення запірної арматури і фланцевих з'єднань на живлячих і розподільчих трубопроводах;
- використання внутрішніх пожежних кранів, які встановлені в спринклерній мережі, для іншої мети, крім гасіння пожеж.

Вузли керування.

На кожному вузлі керування повинна бути табличка з вказанням найменувань захищуваних приміщень, типу і кількості зрошувачів в секції установки пожежегасіння та її функціональна схема.

Ширина проходів до вузлів керування повинна бути не менше 0,8 м.

Кожного дня оперативний (черговий) персонал зобов'язаний проводити:

- зовнішній огляд вузлів керування для перевірки на відсутність бруду, пилу, фарби, механічних пошкоджень;
- контроль тиску по манометрах;
- контроль наявності пломб на пристроях та обладнанні;
- контроль доступу до вузлів керування.

У випадку виникнення надзвичайної ситуації виникне небезпека забруднення навколишнього середовища. У цілому проблема охорони навколишнього середовища в даний час стала однією з найголовніших. Комплексний характер цієї проблеми визначається складністю системи, що включає природу, суспільство і виробництво. Сушка сироватки супроводжується викидами дрібнодисперсного пилу в навколишнє середовище. Для боротьби з цими шкідливими явищами на підприємстві використовується система фільтрів, які затримують шкідливі викиди в атмосферу і сприяють її оздоровленню.

У великій кількості стічні води впливають на флору і фауну водойм. Для миття обладнання на підприємстві використовуються різні розчини, які добавляються у гарячу воду. Виливання забрудненої води після одноразового використання без попередньої очистки в наземні природні водосховища призводить до великої втрати води і до забруднення природних джерел. Тому цю воду застосовуються неодноразово, вона забруднюється і стає непридатною для подальшого використання.

Для того щоб не виливати в каналізацію забруднену воду її нейтралізують. Для нейтралізації лужних і кислотних розчинів використовують станцію нейтралізації. Це ємність 7-8 м³, де проводять нейтралізацію розчинів РН7. Для цього їх міряють спеціальним приладом, який називається РНметр. Він показує який розчин - лужний чи кислотний. Якщо розчин більш лужний тоді добавляють кислоту, щоб вона нейтралізувала даний луг. І тільки після цього нейтралізовану суміш спускають в каналізацію. Далі вона потрапляє в міську каналізацію, де ця суміш очищається ще міським колектором.

Для того щоб нагріти воду на підприємстві використовується природний газ. Для оптимального згорання природного газу в топці, тобто щоб він грів труби, використовують режимну карту, яка складалась на основі газоаналізатора.

Розроблені заходи захисту знижують виробничий травматизм, попереджають виникнення надзвичайних, критичних та аварійних ситуацій. Заходи по пожежній безпеці дозволяють вчасно виявляти осередки загоряння та швидко їх локалізувати, що зменшує затрати, пов'язані з даним шкідливим явищем.

Таким чином, проведені заходи по охороні праці на даному виробництві забезпечують нормальні умови праці персоналу, попереджають виникнення небезпечних ситуацій для здоров'я обслуговуючого персоналу, захищають персонал і обладнання від можливих аварійних ситуацій, задовольняють вимогам відповідних нормативних документів.

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

Україна вважається зоною техногенної катастрофи, початком якої став вибух Чорнобильської АЕС. Низький рівень економічного розвитку нашої держави (при великих об'ємах шкідливого для довкілля виробництва) в сукупності із відсутністю екологічно-орієнтованої культури підприємництва спричинили явища, що значно поглибили кризу.

Об'єкти хімічної промисловості дуже часто не застосовують навіть базових методів очистки відходів, електростанції всіх наявних в Україні типів використовують водойми, вода із яких потрапляє у житлову систему водопостачання. Димовловлювачі, які у розвинутих країнах приносять прибуток за рахунок виділення із відходів сірки, не застосовують навіть деякі великі заводи. Велетенські площі придатної до сільськогосподарської обробки землі вкриті териконами, завалені токсичним сміттям або уражені неякісними хімічними добривами, пестицидами, гербіцидами, інсектицидами та ін.

Всі ці негативні екологічні фактори спричинили небувалий зріст онкологічної та іншої захворюваності, а також смертності в цілому. Через усвідомлення громадянами України важкого стану довкілля зростає еміграція у розвинуті країни, курорти нашої держави втрачають привабливість для туристів.

Вище перелічені обставини дають підставу віднести незадовільний стан довкілля до категорії найважливіших проблем українського суспільства, які вимагають термінового вирішення на державному рівні.

Прийняття ряду законів України - від 25.06.91 зі змінами 05.03.98, 14.12.99 закону "Про охорону навколишнього середовища і природного середовища" та закону "Про екологічну експертизу" від 09.02.95 створили юридичні передумови для вирішення екологічної проблеми. Однак результати роботи по покращенню стану довкілля можна отримати лише при ретельному контролі виконавчої влади

за дотриманням екологічних норм у всіх видах діяльності громадян України паралельно із зростанням екологічної свідомості населення.

8.2 Негативний вплив персональних комп'ютерів на життєдіяльність людини

Персональні комп'ютери за оцінками аналітиків становлять від 90 до 95 відсотків усіх ЕОМ, що використовуються в Україні (враховуючи сервери та робочі станції, побудовані на основі комплектуючих класу ПК). Сучасні ПК безпечніші, ніж машини попередніх поколінь по критеріях шкідливого випромінювання та вмісту шкідливих речовин (які у Європейському союзі невдовзі зникнуть із ЕОМ завдяки нещодавно прийнятим законам), але споживають значно більше потужності.

Експоненціальне зростання кількості ПК та проникнення інформаційних технологій у всі сфери людського життя дають підстави розглядати відносно безпечні для довкілля і здоров'я користувачів ЕОМ як потенційно суттєвий фактор впливу на екосистему Землі. Важливу частку негативної дії на довкілля спричиняє те, що більшість електроенергії, значна частина якої споживається ЕОМ (і ПК зокрема), виробляється на забруднюючих екосистему електростанціях. Відносно ж "чисті" АЕС становлять масштабну потенційну загрозу. Наступний негативний елемент глобального впливу ПК – злякисна іонізація повітря, яка буде описана нижче.

П'ять років тому найнебезпечнішим для життєдіяльності елементом ПК вважався монітор, що був потужним джерелом електромагнітних полів, потенційно шкідливих для користувача. Медичні дослідження показали, що таке електромагнітне випромінювання може бути причиною порушення нормального циклу вагітності, появи дефектів у новонароджених дітей і навіть раку.

Експлуатація сучасного обладнання із високорівневим монітором, добре екранованими джерелами випромінювання та стороннього шуму протягом

невеликого часу (до години в день) не завдає ніякої шкоди для здоров'я користувача ПК. Але такі умови та режим праці зустрічаються вкрай рідко. Тому доцільно проаналізувати негативні сторони експлуатації ЕОМ, що виявляються при недотриманні рекомендацій медичних експертів та виробників комп'ютерного обладнання.

Шкідливі наслідки для здоров'я користувача при роботі з ПК:

- погіршення зору;
- виникнення тунельного ефекту в кистях рук;
- викривлення хребта;
- перевтомлення шиї та рук, біль у суглобах;
- погіршення психічного стану (надмірна дратівливість, безсоння та ін.) як окремий чинник або наслідок попередніх.

Шкідливі наслідки характеризуються значним (від двох-трьох місяців до року) часом сукупної експлуатації ЕОМ та мінімальною тривалістю сеанса біля двох годин. Значна частина типів погіршення здоров'я характерна для інших видів сидячої роботи, що вимагає напруження зору.

Але робота із ПК з застарілим монітором (а це донедавна був домінуючий тип обчислювальних систем в Україні) має свої особливості. Дефекти зображення та випромінювання монітора значно підвищують рівень втоми очей і нерідко викликають патологічні структурні зміни в рогівці ока. Крім цього випромінювання монітора викликає специфічну хворобу зубів. Велику небезпеку також становить підвищення вірогідності захворювання на рак.

Інші перелічені негативні наслідки для здоров'я спричиняються впливом ПК у дуже незначній мірі (власне лише формою маніпулятора “мишки” та клавіатури, що часто не є оптимальними для користувачів) і зумовлюються невдалою ергономікою робочого місця і неправильними методами роботи (включаючи положення усіх частин тіла).

Що стосується психічних розладів, то вони, як правило, є результатами зловживання комп'ютерними іграми, непродуктивного спілкування в мережі Інтернет або так званої машинофобії і тому не вважаються характерними для всього спектру застосування ПК. Дратівливість зазвичай викликають недостатня якість зображення на моніторі, мала швидкодія та низька надійність обчислювальної системи.

8.3 Заходи по усуненню негативного впливу ПК на життєдіяльність людини

Радіоактивне випромінювання комп'ютерних моніторів на даний час не становить проблеми у глобальному масштабі, тому що цей показник є порівняно низьким у електронно-променевих пристроях (ЕПМ) і відсутній у рідкокристалічних моніторах, які у розвинутих країнах майже повністю витіснили ЕПМ. Цей факт є наслідком світової політики стандартизації та покращення екологічних, біологічно-орієнтованих та ергономічних параметрів обладнання.

Норми на випромінювання моніторів у дуже низьких (ДНЧ) і наднизьких (ННЧ) діапазонах частот встановлені новим стандартом SIVEDAC, який названий іменем шведського відомства стандартизації. Шведський державний стандарт MPR I, введений у 1987 році, допускав деякі "вільності". Стандарт MPR II 1990 року став значно жорсткіше (в ньому встановлені граничні норми випромінювання в діапазонах ДНЧ і ННЧ), і більшість сучасних моніторів, атестованих як монітори зі зниженим рівнем випромінювання (LR — low-radiation), відповідають його вимогам.

Стандарт TCO, прийнятий у 1992 році, встановлює ще більш тверді вимоги, ніж MPR II. У нього включені норми, зв'язані з охороною навколишнього середовища і такі, що стосуються, зокрема, енергозбереження та зниження рівня усіх видів випромінювання.

Монітори зі зниженим рівнем випромінювання, атестовані як LR-монітори, коштують дещо дорожче звичайних. Купуючи монітор, треба не тільки поцікавитися, чи атестований він як LR, але і про те, захист від яких видів випромінювання передбачений у його конструкції.

Міжнародні організації по стандартизації та захисту прав користувачів контролюють виробництво усіх компонентів обчислювальних систем та інформаційних мереж, що дає підстави вважати їх достатньо безпечними для екосистеми Землі та життєдіяльності людей.

Оскільки контроль за умовами та методами праці окремих користувачів ПК на державному рівні не здійснюється (що значно нівелює позитивні зрушення у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності), то доцільно конкретизувати комплекс дій, здатних мінімізувати негативний вплив ПК на життєдіяльність.

Хоча майже всі знають причину проблем зі здоров'ям при роботі із обчислювальною системою - неправильне розміщення компонентів ПК, невідповідні меблі і тривала безперервна робота з системою, але мало хто вживає реальних заходів, які б набагато знизили ризик надбання цих незмінних супутників роботи оператора ЕОМ.

Для профілактики напруг м'язів шиї і усього тіла, необхідно щогодини робити перерви, виконувати по-можливості гімнастичні вправи. Для того, щоб уникнути негативного впливу електромагнітного випромінювання, а

також звукового тиску необхідно знаходитися по можливості на значній відстані від джерела випромінювання.

Важливим фактором комфорту є чисте свіже повітря. Через важкий доступ біля комп'ютера скупчується багато пилу. Також при увімкненому моніторі виробляються деякі шкідливі речовини, припустимі дози яких визначаються міжнародними нормами. Проблеми надміру пилу і загазованості приміщень можна вирішити провітрюваннями.

Ще одним шкідливим фактором при роботі монітора є велика кількість іонізованих молекул газів, що входять до складу повітря. Людський організм

влаштований так, що позитивно заряджені частки повітря викликають неприємні відчуття: головний біль, втому, утруднення подиху, подразнення слизових оболонок очей. Негативно заряджені навпаки полегшують подих, поліпшують настрій, підвищують працездатність, роблять лікувальний ефект при ряді захворювань. Сучасні електричні прилади в основному є джерелами позитивних іонів і насичують ними навколишній нас повітря, що викликає ряд розладів та захворювань.

На даний момент розроблена велика кількість іонізаторів повітря, які створюють негативні іони. Однак користуватися цими пристроями теж треба обережно: при роботі вони створюють озон й окисли азоту. І якщо приміщення маленьке, то вони здатні принести більше шкоди, ніж користі.

Неправильне співвідношення розмірів меблів між собою і з розмірами користувача заздалегідь приречено приносити неприємності людині.

Усе починається з неправильної постави. Якщо "внутрішній стрижень" людини - хребет перебуває в неприродному для себе стані, то порушуються багато функцій організму. Насамперед, при зігнутому хребті повітря циркулює тільки у верхній частині легенів, а в нижньої повітря "застоюється". Крім того, зігнутий хребет опускає самі легені, і вони тиснуть на внутрішні органи черевної порожнини. Це може бути причиною багатьох хворіб в області живота.

Підбір стільця, що зміг би підтримувати поставу, можливо, вирішить цю проблему. Безумовно, він повинен мати вертикальну спинку і по-можливості в нього повинно бути максимум регульованих ступенів свободи. Стілець повинен мати таку висоту, щоб ноги користувача, опущені на підлогу, не були зігнуті більше чим на 90 градусів, інакше перетискаються кровоносні судини і йде погане постачання нижніх кінцівок киснем. При довгому сидінні це може викликати набряки ніг.

Висота столу разом зі стільцем повинна бути підібрана так, щоб руки у напівзігнутому положенні (коли, наприклад, вони лежать на клавіатурі) не "підвисали", а опиралися на стіл, чи на підлокітники крісла. При цьому хребет повинен зберігати своє рівне положення. У протилежному випадку людина сама

змушена їх підтримувати, що при тривалій роботі викликає перенапруга м'язів плечей і шиї.

Відповідно до правил ергономіки, монітор повинен перебувати на відстані біля півметра, а його дисплей повинен бути розташований на 10-15 градусів нижче горизонтальної лінії погляду око. Тоді зіниці трохи опущені і шия тримає голову рівно. Позитивною стороною опущеного монітора є також менша відстань між екраном і клавіатурою, а, отже, користувачеві необхідно менше переводити погляд між ними. При вдалому розташуванні цих двох компонентів ПК погляд можна переводити тільки самими очима, не повертаючи щораз шию.

Часто проблеми порушення зору пов'язані із неправильним розміщенням монітора щодо джерел світла. Відблиски, відсвіти, недостатня освітленість приводять до ранньої появи розладів зору. Стіл працюючої за комп'ютером людини бажано розміщати у кімнаті, освітленість якої не сильно відрізняється від світіння екрана монітора. У такому приміщенні повинні бути досить щільні завіси або жалюзі, здатні захистити очі від яскравого зовнішнього світла. Це необхідно тому, що відблиски, викликані яскравим освітленням, часто провокують постійне наближення й віддалення голови користувача від монітора у спробах розглянути зображення на різних ділянках екрана.

Освітленість у такому місці не повинна бути надто сильною (щоб не перенапружувати очі), але його яскравості повинно вистачати для нормальної роботи: клавіатура, документи й знаки на екрані повинні бути чітко видимі.

Якщо немає можливості регулювати освітлення кімнати, то можна відрегулювати світловий потік, що генерується монітором.

Також важливе розміщення самого монітора щодо джерела світла. Бажано дисплей установити боком до джерела світла так, щоб, наприклад, вікно розташовувалося ліворуч або праворуч від користувача під прямим кутом. Якщо є можливість, краще встановити монітор так, щоб джерело світла було ліворуч.

Часто на різних частинах комп'ютера лежить помітний шар пилу, і монітор не виключення. Пил помітно зменшує видимість зображення, роблячи його

нечітким і неконтрастним. Монітор необхідно протирати від пилу раз у два-три дні. При цьому варто пам'ятати, що для різних типів поверхні екранів слід використати різні засоби по догляду за ними щоб уникнути їхнього пошкодження. Звичайно виробник вказує, як необхідно доглядати за монітором.

Характер роботи з монітором такий, що очі перебувають у постійній нарузі, і людина згодом звикає до цього. Постійна концентрація уваги на дрібних предметах вимагає від очей підвищеної напруги, і якщо їм не давати часто відпочивати, то це може стати причиною помітного погіршення зору. Також при тривалій роботі із ПК людина починає моргати віями дедалі рідше, тим самим рідше зволожуючи роговицю ока. Різи при відкритті й закритті вій - можливі наслідки такої ситуації.

У свою чергу, щоб уникнути таких проблем, необхідно раз в 30 хвилин відволікатися від монітора й робити вправи зіницями: кругові рухи при закритих віях у різні сторони, поперемінна концентрація зору на предметах на різній відстані та плавний перехід між об'єктами різної освітленості. Також необхідно привчити себе частіше піднімати та опускати повіки при роботі з монітором. У цій ситуації може бути й інший вихід. Окуліст може виписати спеціальні краплі, які зволожуватимуть слизову оболонку ока.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі була розроблена система автоматичного керування лінією при виготовленні томатного соку. Впровадження системи автоматизації для даного процесу забезпечить значне покращення ефективності роботи і управління основними режимами процесу, що дозволяє збільшити продуктивність і якість виробленої продукції.

Керування всього технологічного процесу забезпечується за допомогою контролера ADAM 5000. Це підвищить оперативність регулювання параметрів у всіх режимах роботи і представлення робочому персоналу достовірної і своєчасної інформації про хід технологічного процесу і стан устаткування, полегшуючи тим самим його обслуговування.

Для перевірки системи на стійкість була побудована модель системи автоматичного регулювання температури в теплообміннику.

Були розглянуті всі можливі небезпеки з точки зору охорони праці і екологічної безпеки навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем пищевой промышленности /В. Г. Тригуб, А. П. Ладанюк, Л. Н. Плужников/ - М.: ВО Агропромиздат, 1991. 368с.
2. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Под ред. Е. Б. Карпина – М.: Агропромиздат, 1985. 368с.
3. Емельянов А. И., Капник О. В. “Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами ”, Изд. 2-е, перероб. и допол. М.: Энергия, 1974. 500с.
4. Справочник. Промышленные приборы и средства автоматизации / Под ред. Черепкова В.В. - М.: Машиностроение, 1987. - 847 с.
5. Чистяков В.С. Краткий справочник по техническим измерениям. - М.: Энергоиздат, 1990. - 320 с.
6. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие / А.С. Клюев, Д.М. Пин и др. Под ред. А.С. Клюева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 400 с.
7. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/А.С. Клюев, А.Т. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов/Под ред. А.С. Клюева - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 368 с.
8. Чистяков С.Ф. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем управления теплотехническими объектами. - М.: Энергия, 1980. - 280 с.
9. В.Г. Тригуб, А.П. Ладанюк, Л.Н. Плужников.Проектирование, монтаж и эксплуатация средств автоматизации в пищевой промышленности. - М.: ВО Агропромиздат, 1991. - 352 с.
10. ГОСТ 2.782-68. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.-М.: Издательство стандартов, 1982. - 13 с.

11. ГОСТ 2.785-70. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная. - М.: Издательство стандартов, 1970.
12. ГОСТ 2.784-70. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.- М.: Издательство стандартов, 1982.
13. ГОСТ 2.789-74. Аппараты теплообменные. - М.: Издательство стандартов, 1974.
14. ГОСТ 14202-69. Условные цифровые обозначения жидкостей, газов и материалов, транспортируемых по трубопроводам. - М.: Издательство стандартов, 1987.
15. ГОСТ 2.781-68. Аппаратура распределительная и регулирующая гидравлическая и пневматическая. - М. издательство стандартов, 1987.
16. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Под ред. Е.Б. Карпина. - М.: Агропромиздат, 1985. - 536 с.
17. Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів. Особливості примінення. Посібник до ОСТ 36.13 - 90 РМЗ - 82 - 90.
19. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з організації, планування і управління приладобудівного виробництва та організаційно-економічної частини дипломних проектів конструкторського характеру / Д.А.Штефаніч, О.Я. Галушак, Тернопіль, 1996. - 40с.
20. Безпека життєдіяльності / За ред. Я.Бедрія. – Львів: Афіша, 1998, – 275с.
21. Депутат О.П., Коваленко А.С., Мужик А.М. “Цивільна оборона”, Львів: “Афіша”, 2000 р.
22. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500с.
23. Лапін В.М., “Безпека життєдіяльності” – Львів; ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000, - 188с.
24. Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302с.