

Форма № Н-9.02
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 636.5252/58
НУБІП України

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

Енергетики, автоматики і
енергозбереження

Автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І.І. Мартиненка

НУБІП України

Козирський В.В.

Лисенко В.П.

«__» _____ 2022 р.

«__» _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Дослідження і вдосконалення комп'ютерно-інтегрованої системи
керування процесом бродіння сула на спиртовому заводі з використанням
КТЗ Шнайдер Електрик»

НУБІП України

Спеціальність: 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Спеціалізація – «Комп'ютерно-інтегровані технології у тваринництві.»

Магістерська програма: «освітньо-професійна»

НУБІП України

Виконав

І.Д. Хомутов

(підпис)

(ПІБ студента)

Керівник магістерської роботи _____ к.т.н., доцент Мірошник В.О.

(підпис)

(ПІБ, науковий ступінь та вчене звання)

КИЇВ - 2022
НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І.І. Мартипенка
Лисенко В.П.
« ___ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Хомутов Іван Дмитрійович

Спеціальність: 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Спеціалізація – «Комп'ютерно-інтегровані технології у тваринництві»
Магістерська програма: «освітньо-професійна»

1. Тема дипломного проекту «Дослідження і вдосконалення комп'ютерно-інтегрованої системи керування процесом бродіння сусла на спиртовому заводі з використанням КТЗ Шнайдер Електрик»»

Керівник магістерської роботи к.т.н., доцент Мірошник В.О.

Затверджена наказом від «14» 01. 2022 року № 1136 «з»

2. Термін подання студентом дипломного проекту «15» 06. 2022 року

3. Вихідні дані до магістерської роботи

3.1. Завдання кафедри на виконання магістерської роботи:

3.2. Нормативні документи по проектуванню об'єктів автоматизації.

3.3. Матеріали дослідження і аналізу.

3.4. Наукова література з тематики магістерської роботи.

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

4.1. Аналіз виробничої діяльності у комбікормовому виробництві

4.2. Електротехнічна частина.

4.3. Техніологічна частина.

4.4. Розробка САК для дозування складових комбікорму

4.5. Обслуговування і ремонт енергетичного обладнання.

4.6. Техніка безпеки та охорона праці.

5. Графічний матеріал представлено на слайдах презентації.

6. Дата видачі завдання « » 2021 року

Керівник магістерської роботи

Мірошник В.О.

Завдання прийняв до виконання

Хомутов І.Д.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Анотація

У цьому дипломному проекті наведено огляд конструкції на спиртзаводі, розгляд існуючих систем в автоматичному режимі.

Розроблена автоматична система контролю температури бродіння.

Надано характеристики та підбір технологічного обладнання та компонентів автоматизації.

Економічна доцільність прийнятих рішень наведена в розрахунках, доведена раціональність використання такої системи.

Annotation

This diploma project provides an overview of the structure at the distillery, consideration of existing systems in automatic mode.

An automatic fermentation temperature control system has been developed. Characteristics and selection of technological equipment and automation components are given.

The economic feasibility of the decisions taken is given in the calculations, the rationality of using such a system is proved.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА

1.1. Інформаційний аналіз об'єкта керування(ОК).....8

1.2. Аналізу технологічних об'єктів керування.....13

1.3. Розробка функціональної схеми автоматизації.....14

1.4. Розробка функціональної схеми автоматизації.....16

РОЗДІЛ 2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА

2.1. Загальний підхід до створення математичних моделей ОК.....19

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ

3.1. Вибір технічних засобів.....31

РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Вибір пускозахисної апаратури.....43

5.2. Розробка принципової схеми.....46

5.3. Розробка схеми з'єднань.....46

5.4. Розробка схеми підключень.....46

5.5. Розробка загального виду щита керування.....47

5.6. Комплектування щитів апаратурою керування та захисту.....49

5.7. Розрахунок надійності системи автоматичного

керування.....49

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

СИСТЕМИ.....50

ВИСНОВОК.....51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....52

ВСТУП

Автоматизація виробництва — це найвищий рівень розвитку техніки, коли машини створюють нові машини, а автомати керують роботою машин.

Людина залишає безпосереднє виробництво, звільняється не тільки від ручної праці, а й від виконавчих, частково від нетворчих психічних функцій. Він просто стежить за роботою машини і керує нею, налаштовує їх. З середини 1970-х років автомати все частіше виконують контрольні-наглядові функції. Розпочався якісно новий етап автоматизації виробництва, пов'язаний з електронною автоматизацією матеріального виробництва і торгівлі, науково-технічної творчості та розвитком інформаційно-комп'ютерної революції.

Таким чином, основним напрямком автоматизації в промисловому комплексі на сучасному етапі є створення комп'ютерних технологій управління. Основу систем автоматизації на сьогодні складають функціональні можливості мікропроцесорних систем керування, у створенні яких є ключовими чинниками такі як використання принципів інтеграції, розподілене управління, програмне забезпечення. Слід додати, що при автоматизації виробництва об'єкт є не окремим технологічним процесом чи цілим, а технологічним комплексом зі складними взаємозв'язками між його підсистемами. Сучасні системи автоматизації на базі мікропроцесорних пристроїв і комп'ютерів мають широкий спектр функціональних можливостей і передових технічних характеристик, що підвищують надійність, швидкість, ефективність управління, збільшують кількість входів і виходів, підвищують комфорт оператора.

На сучасному етапі практично жоден складний виробничий процес не обходиться без повної або часткової автоматизації. Це пов'язано зі складністю процесів, що відбуваються, швидкістю і динамікою режиму, необхідністю точного і своєчасного контролю процесу. Тому автоматизація таких технологічних процесів є необхідною умовою успішного здійснення технологічного процесу.

Система АСУ взаємодіє із зовнішнім середовищем і може бути кількісно визначена за допомогою вхідних і вихідних даних. Вхідними параметрами можуть бути: температура пари, що надходить у пристрій.

Виходами зазвичай є температура продукту. Контроль і регулювання цих параметрів має забезпечуватись автоматичною системою управління процесами.

Впровадження комп'ютерних технологій управління дає змогу підвищити техніко-економічні показники, збільшити виробництво високоякісної продукції, ефективніше використовувати трудові та матеріальні ресурси, підвищити якість, надійність та своєчасність обробки технологічної та операційної інформації для оптимального управління підприємством. Рівень автоматизації виробництва з використанням обчислювальної техніки досягає 90-95%.

Автоматизація технологічних процесів на сучасному етапі пропонує широке впровадження обчислювальної техніки в системи керування, яка має вирішувати завдання основного технологічного обладнання, допоміжних операцій, управління, аналізу та управління технологічними процесами на основі математичних методів і комп'ютерних додатків, автоматизації автоматизовані процеси.

Повна або часткова автоматизація виробничих процесів передбачає контроль, регулювання та сигналізацію технологічних параметрів за допомогою відповідних автоматичних пристроїв. Сукупність

технологічного процесу та автоматичних засобів для його реалізації називається автоматизованою системою керування (АСУ).

Метою проекту є автоматизація технологічного процесу із застосуванням сучасних пристроїв та засобів управління.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1. Аналіз об'єкта керування

У період промислового розвитку спирт широко використовується як розчинник, екстрагент, антифриз і хімічна сировина. Наша країна на даний момент є найбільш використовуваним етиловим спиртом в нашій країні для технічних цілей, правда - в медицині та інших цілях.

У процесі бродіння спирту, поряд з основним продуктом дріжджів - етанолом, виробляються побічні продукти: гліцерин, високий спирт, вишневе масло, альдегіди, органічні кислоти, складні ефіри, вуглекислий газ. Багато з них знаходять практичне застосування. Сивушне масло і ефірну альдегідну фракцію етилового спирту можна відокремити при перегонці і виробляти у вигляді технічних продуктів.

Виснаження запасів нафти і газу є найважливішим завданням для науки - розробити шляхи придбання нових видів палива, особливо для задоволення дефіциту палива. Цей дефіцит особливо серйозний у Сполучених Штатах і Західній Європі. Дослідження нових джерел енергії є однією з найважливіших проблем сучасності. Етиловий спирт - це паливо, яке може частково замінити бензин, його можна додавати в бензин (10% і більше). Суміш спирту і бензину (газойль) використовується як паливо для автомобільного транспорту. Вважається, що він зменшує забруднення навколишнього середовища через вихлопні гази, які виникають при неповному вихлопі бензину, оскільки спирт повністю окислюється до CO_2 і H_2O . Очевидно, важливе місце в цих країнах займає виробництво

моторного етанолу методом бродіння, яке є передумовою дешевої рослинної сировини. ґрунтово-кліматичні умови сприяють високому врожаю сільськогосподарських культур і швидкозростаючим деревам.

Вуглекислий газ поглинається, звільняється від домішок і перетворюється на рідкий вуглекислий газ. Використовується для різних цілей, включаючи газовану воду, пиво та безалкогольні напої. Використовується під час зварювання як захисний засіб від окислення осередків, а також у фундаменті та інших виробництвах. Сухий лід, отриманий з рідкого вуглекислого газу, використовується як холодоагент у

харчовій промисловості, медицині, машинобудуванні та енергетиці. Біомасу дріжджів після бродіння відокремлюють, утилізують у випічку, а корм ферментують на бруску після бродіння спирту.

Сировина для виробництва спирту містить різноманітні рослинні матеріали, включаючи значну кількість ферментованого цукру або інших вуглеводів, які можуть бути цукристими. Найбільш широко використовуються крохмалевмісні інгредієнти - зерно (жито, пшениця, вершкове масло, ячмінь, варення, кукурудза) і картопля, цукровмісні інгредієнти - гуд (відходи виробництва цукру і крохмалю), шкідливі цукрові буряки, а також деревина і витрачені врожаї. Подальше нарощування виробництва алкоголю значною мірою сприятиме збільшенню спроможності підприємств споживати продовольчу сировину.

Технічною сировиною для виробництва спирту можуть бути гідролізати деревних та інших рослинних відходів. Конічна та старша деревина дає від 40 до 75% поліакриламід. Існують легко і важко гідролізуються полісахариди. Містить полісахариди, що легко гідролізуються, геміцелюлозу та пектин. Містить невелику суміш геміцелюлози з целюлозою, яка містить великомасштабні полісахариди, що гідролізуються.

НУБІП УКРАЇНИ

Рослинну сировину під тиском піддавали кислотному гідролізу. Отриманий гідролізат передбачає відновлення цукрів на 3,2-3,5%, особливо в невеликих кількостях глюкози, галактози і манози, а також пентози - ксилози, арабінози, рамнози.

НУБІП УКРАЇНИ

Шкідливі домішки, що містяться в гідролізаті, відіграють роль в антисептиках – вони зупиняють ріст чужорідних мікроорганізмів. Тому гідролізні лікєро-горілчані заводи не є об'єктами для виробництва чистих і промислових дріжджових культур, а одні й ті ж дріжджі використовують кілька місяців.

НУБІП УКРАЇНИ

Багато зрошуваних видів використовуються для ферментації гідролітів деревини. *Cerevisiae* і *Schizosaccharomyces*. Пізніше галактоза ферментувала краще, ніж сахароміцети, що призвело до більшого виходу алкоголю. Ферментація відбувається безперервним потоком при високим концентраціях біомаси (17-25 г/л).

НУБІП УКРАЇНИ

Отримані дріжджами ферментовані дріжджі містять 1,0-1,5% етанолу та дріжджових продуктів, незброджених цукрів та інших органічних матеріалів. При корекції забруднення тканин і гідролізними спиртами неможливо повністю усунути ці забруднення. Гідролізний спирт (модифікований) містить 0,05-0,1% метанолу і трохи більше кислот, ефірів і альдегідів із сировини обробленої їжі.

НУБІП УКРАЇНИ

При традиційному способі отримання етанолу від гідролізу деревини та сільськогосподарських відходів значна частина моносахаридів, особливо ксилози, залишається невикористаною. Виявлено дріжджі *Pachysolen tannophilus*, *Candida shehatae* (син. *Pichia stipitis*) та інші, здатні ферментувати ксилозу з утворенням етанолу. Процес підрахунку алкоголю

НУБІП УКРАЇНИ

є ароматичним і вибуховим, оскільки його проміжні та кінцеві продукти є летючими та дратівливими. Основними функціями автоматизації заводу є:

- Збір інформації про вимірювані технологічні параметри (температуру, тиск, рівень, витрату, як продукт);

- Розробка керуючих впливів на технологічний процес для утримання їх за певної вартості;

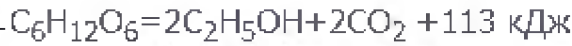
- Сигналізація при розрахунку особливо важливих параметрів за встановленими межами.

- Забезпечити аварійний захист процесу у разі аварії



Рис. 1.1.1. Виготовлення спиртних напоїв

Ще в 1815 р. Гей-Люссак встановив, що гексози (глюкоза) перетворюються на спирт і CO_2 за таким рівнянням:



Сумарне рівняння не розкриває всієї складності процесів перетворення цукру на спирт і вуглекислий газ. Крім головних продуктів бродіння, утворюються в невеликій кількості побічні продукти:

- Янтарна кислота
- Оцтова кислота
- Гліцерин
- Оцтовий альдегід
- Сивушні масла (суміш спиртів)
- А також сполуки, які обумовлюють специфічний смак і аромат вина, пива та інших напоїв.

Найбільш активно спиртове бродіння протікає за:

- Температури 30-40 С
- рН 4-5 (дуже середовище)
- оптимальний вміст цукру 20%

Дріжджі в продукті поділяються на верхні (пекарські, винні) і нижні (пивні, винні).

Вище бродіння відбувається при температурі 30-37 С. На поверхні дріжджів утворюються бульбашки пни та вуглекислого газу, утворюючи велику кількість бульбашок. Шар підкладки. Після закінчення дріжджів дріжджі виходять на дно субстрату, утворюючи рідкий соус.

Цей процес здійснюється в гліколітичній формі. Перетворення пірувату в етанол відбувається шляхом утворення ацетальдегіду і перетворення його в етиловий спирт за допомогою NAD-залежної алкогольдегідрогенази з додаванням піруватдекарбоксілази до кінцевого антигену водню. Таким чином, під час процесу ферментації заміна NAD

(нікотинамідаденідинуклеотиду) призводить до зниженого окислення.
Виробництво енергії - 2 молекули АТФ.

НУБІП України

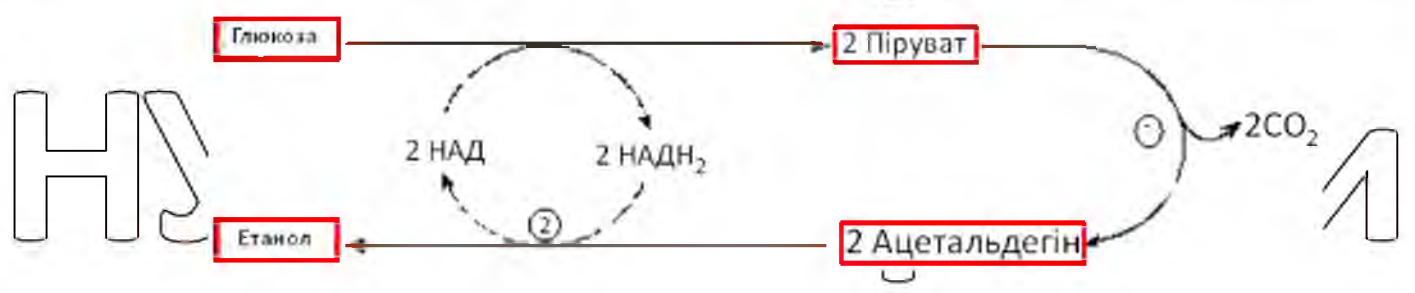


Рис. 1. Схема спиртового бродіння. Ферменти:

[1 – піруват декарбоксилаза; 2 – алкогольдегідрогеназа

НУБІП України

Вивчаючи процес спиртового бродіння, Л. Пастер встановив, що в безкисневих умовах спиртове бродіння гальмується і активізується дихання. Це явище називається ефектом Пастера.

НУБІП України

Вивчаючи механізм спиртового бродіння, Карл Н. Berg (N. Berg) вказав, що процес бродіння можна змінювати відповідно до умов вирощування дріжджів. Глюкоза є основним продуктом бродіння, коли до дріжджів, зброджених глюкозою, додають 3,5% гідросульфїту натрію.

НУБІП України

Гідросульфїт (бісульфїт) утворює комплекс з ацетальдегідом, і останній не може діяти як рецептор електронів.

1.2. Опис технологічних норм

НУБІП України

Температурні характеристики керувати процесом, змінюючи умови. Оптимальна температура для варіння пива 30 - 37 градусів. Температура нижче 5 і вище 50 градусів за Фаренгейтом сповільнюється і зупиняє бродіння.

НУБІП України

Вміст цукру: оптимально 10-15%. При збільшенні концентрації цукру процес бродіння сповільнюється, дріжджкові гриби гинуть.

Характеристики бродіння: деякі бравоварні продукти вимагають попередньої підготовки для подачі дріжджів. Крупи мають високий вміст крохмалю. Крохмаль НЕ їстівний для дріжджів, але після нагрівання та бродіння він перетворюється на цукор, який є переважними дріжджами. Для приготування цього напою використовують солод із пророщених, мелених злаків.

Це найскладніша технологія приготування алкоголю. Продукт готують із пророщених зерен злаків, для прискорення процесу бродіння додають цукор. Температура бродіння 30-37 градусів. Композиція завжди зупинена.

Перший день бродіння – напій не накривають кришкою, щоб збагатити його киснем.

На наступний день - на бак ставиться гідрозатвор. Видаляє вуглекислий газ з охолоджувального бака і запобігає проникненню повітря.

Приготування алкоголю займає близько тижня і припиняється, коли зупиняться бульбашки вуглекислого газу

1.3. Опис схеми процесу

Коли сусле бродить у великих ємностях, температура сусла підвищується. Щоб звести його до мінімуму, використовуйте додаткове бродіння або штучне охолодження. Спосіб розливу для бродіння сусла в сталевих емальованих ємностях ємністю 1500 дал розроблено В. В. Лозою (1961). Солод поміщається в ємність різними частинами: перша частина - 50%, друга частина - 25, третя частина - 15, четверта частина - 10%. Після подані сусла для першої частини роблять розведення ЧКД у кількості 1-2%

від корисної місткості ємності. Кількість накопиченого алкоголю контролюється.

НУБІП УКРАЇНИ

При скупченні спирту 8% і більше, наступну порцію сусла перелийте в ємність для бродіння. При додаванні свіжого холодного солоду

температура кипіння знижується, кипіння помірне і при низькій температурі.

НУБІП УКРАЇНИ

Верхній спосіб солодового бродіння проходить при температурі до 27-28 °C і закінчується через 8-12 днів.

Для зброджування сусла з штучним охолодженням використовуються вертикальні металеві бродильні ємності ємністю до 2000 дал, оснащені терморегулюючими обгортками.

НУБІП УКРАЇНИ

Контейнери заповнюють очищеним солодом на 85% місткості і проводять розведення ЧКД в кількості 1-2%. Під час швидкого бродіння, коли температура сусла перевищує встановлену через рукави ферментаційних ємностей, пропускають холодну воду або розіл. Після основного бродіння сусло перекачують в інші ферментаційні ємності.

НУБІП УКРАЇНИ

Коли для зброджування холодоагенту через сорочки використовуються надвеликі резервуари ємністю 15-50 тис. дал, вони неефективні, тому використовують переносні теплообмінники.

НУБІП УКРАЇНИ

Очищене сусло закачують у бродильну ємність з коефіцієнтом заповнення 0,75 і додають розведення СКД в кількості 2-4% на об'єм сусла. Температура сусла, що бродить, підтримується на заданому рівні шляхом циркуляції блукаючого сусла через теплообмінник.

НУБІП УКРАЇНИ

Контроль і управління ферментацією відбувається автоматично. Після швидкої підготовки посудин додають свіже сусло або бродіння, а

НУБІП УКРАЇНИ

інгредієнти вина з цих же посудин залишають для формування. Метод бродіння в надвеликих резервуарах використовується на великих спеціалізованих виноробнях для приготування білих столових вин, шампанського та виноматеріалу для коньяку.

1.4. Розробка функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема автоматизації графічно розділена на дві зони. У верхній частині креслення показано технологічну схему, а в нижній — визначені умовні графічні маркери, які умовно зображують: встановлення локальних пристроїв, панелей, органів управління, пунктів управління та контрольних пунктів. Графічні умовні зображення пристроїв і засобів автоматизації, їх розміри та літерні позначення повинні відповідати ДСТУ Б А.2.4-16:2008-85 СНДС - Автоматизація технологічних процесів. Умовні позначення пристроїв і способів автоматизації на схемах.

Функціональна схема автоматизації є базовим проектним документом, що визначає структуру та рівень автоматизації технологічного процесу об'єкта. На функціональній схемі за допомогою умовних графічних позначень показано технологічне обладнання, засоби зв'язку, органи управління, пристрої та засоби автоматизації тощо із зазначенням взаємозв'язків між ними, таблиць умовних позначень і необхідних пояснення.

Пристрої та способи автоматизації наведені на функціональних схемах у розширеному вигляді, згідно з якими кожен пристрій чи вузол у наборі зображено окремим умовним графіком. У верхній частині малюнка (коло, овал) позначте вимірюване значення та функцію приладу, у порядку зліва направо. У нижній частині дається позитивне позначення вимірювального набору або окремих його елементів.

Функціональні частини виробу включають:

- елемент схеми - складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі (обладнанні) і не може бути розділена на частини, які матимуть самостійні значення та власні символи.

- Пристрій - сукупність елементів, що становлять єдину конструкцію.

- Функціональна група - сукупність елементів, які виконують функцію у виробі і не поєднуються в структурі.

Функціональна схема - сукупність елементів, функціональних груп і пристроїв (або набір функціональних частин) із взаємопов'язаними лініями, що утворюють канал певного призначення.

Вимоги до реєстрації:

Спеціального стандарту для відображення графічних позначень функцій електричних ланцюгів не існує. Є лише загальні вимоги до проектної або технологічної документації та ДСТУ 2011. Єдина система проектної документації. Правила виконання електричних ланцюгів.

Функціональна схема показує процеси, що відбуваються в межах окремих функціональних ланцюгів виробу або всередині виробу в цілому. Ця схема, в порівнянні з конструктивною, більш детально показує функції окремих елементів або пристроїв.

На схемі показані всі функціональні частини виробу та основні зв'язки між ними.

Він дозволяє об'єднанням функціональних частин утворювати функціональні групи, які можна виділити на схемі за допомогою пунктирних ліній. Кожній вибраній групі присвоюється ім'я або символ.

Пивоварня, як контрольна установка, має кілька джерел тепла, вологи та газу. Все це загалом можна вважати збуреннями зі змінними характеристиками в часі та просторі. Компенсація цих порушень здійснюється за допомогою найсучасніших технологій і технічного обладнання.

Функціональна схема таких систем виглядає наступним чином: Р - регулятор; SE - перцептивний елемент; BE - виконавчий елемент; ОК - об'єкт управління; ЕП є елементом порівняння.

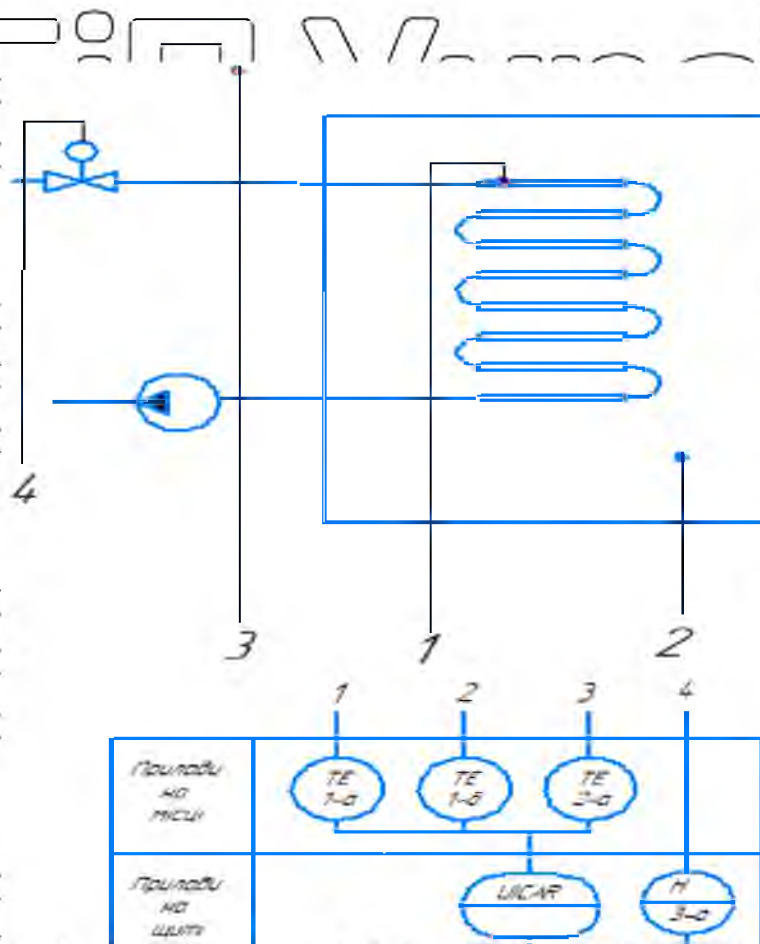


Рис. 1.3 | Функціональна схема САК температури в брагосстановці

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕЖИМОМ ТЕМПЕРАТУРИ. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ СУСЛА

Одним із найважливіших технологічних процесів приготування спирту з крохмалистої сировини є бродіння солоду. Коли сусло проходить через ємність для бродіння, його температура під час процесу повинна бути 27 - 28 °С. На рівень температури можуть впливати зовнішня температура та нагрівання бородавки через зростання дріжджів. Вивчення та керування цим параметром за рахунок температури або споживання холодної води створює кращі умови для росту дріжджів і підвищує вихід спирту.

Схема теплового потоку в ферментері наведена на рис. 2.1. Що означає ферментаційний резервуар і систему охолодження зміювика для ферментованого сусла.

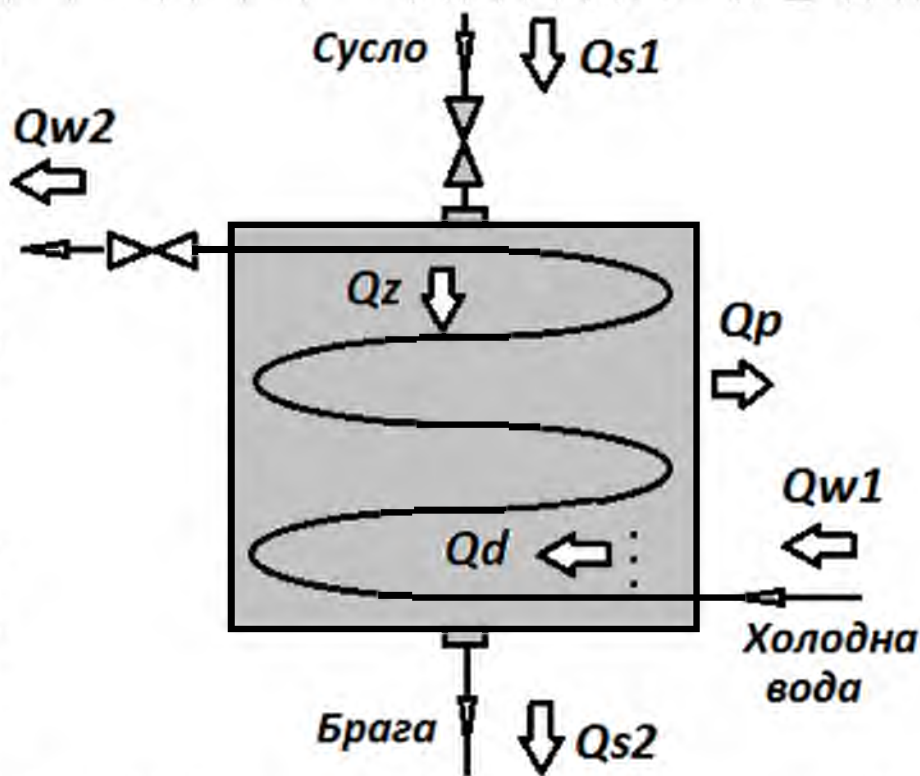


Рис. 2.1. Схема теплових потоків в бродильному апараті

На рисунку вказані потоки тепла, у Ватах: тепло, яке приходить з сушлом в апарат після розварювання і засахарювання бродильної маси сусла Q_{s1} , тепло, яке виходить із брагою з апарата Q_{s2} , тепло, яке приходить з холодною водою в змійовик охолодження Q_{w1} і, яке виходить з підігрітою водою з нього Q_{w2} , тепло, яке виділяють біологічні організми, дріжджі в процесі бродіння сусла Q_d , тепло, яке переходить від теплового сусла до води в змійовику Q_z і тепло, яке переходить від поверхні нагрітого апарату до повітря приміщення Q_p .

Рівняння, яке описує тепло, що приходить із брагою в апарат, Вт:

$$Q_{s1} = G_c \cdot C_c \cdot t_{c1} \quad (2.1)$$

яке описує тепло, що виходить із брагою з апарата, Вт:

$$Q_{s2} = G_c \cdot C_c \cdot t_{c2} \quad (2.2)$$

де: G_c – витрати сусла на бродіння в апараті, кг/с, що рахуються в залежності від маси сусла в апараті, кг, t_{c1} – час бродіння, год, t_{c2} – час бродіння складає 60 год.:

$$G_c = \frac{m_c}{c \cdot 3600}; \quad (2.3)$$

C_c – середня теплоємність сусла, Дж/(кг град); t_{c1} і t_{c2} – температура маси сусла на вході і виході з апарату, оС.

Аналогічно знаходимо тепло, яке приходить з холодною водою в змійовик охолодження, Вт:

$$Q_{w1} = V_b \cdot w \cdot C_w \cdot t_{w1} \quad (2.4)$$

і тепло, яке виходить з підігрітою водою з нього,

$$Q_{w2} = V_b \cdot w \cdot C_w \cdot t_{w2}, \quad (2.5)$$

де: V_b – об'ємні витрати води на охолодження сусла, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ_w – густина води, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_w – середня теплоємність води, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$; t_{w1} і t_{w2} – температура води на вході і виході із змійовика, $^{\circ}\text{C}$

Втрати тепла, яке переходить від поверхні нагрітого апарату до повітря в приміщенні знаходимо за формулою, Вт

$$Q_a = F_a \cdot k_a \cdot \left(\frac{t_{a1} + t_{a2}}{2} - t_p \right), \quad (2.6)$$

де: F_a – поверхня стінок бродильного апарату, м^2 ; k_a – коефіцієнт передачі тепла від сусла до повітря через стінку апарату (вважаємо постійним), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$; t_p – температура повітря в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

Тепло, яке виділяють біологічні організми, дріжджі в процесі бродіння сусла визначаємо як, Вт:

$$Q_d = m_c \cdot h_d \cdot q_d, \quad (2.7)$$

де: m_c – маса сусла в бродильному апараті, кг ; h_d – частка дріжджів в суслі; q_d – виділення тепла дріжджами, $\text{Вт}/\text{кг}$.

Передача тепла від сусла до охолоджуючої води, яка протікає у змійовику залежить не тільки від коефіцієнта тепловіддачі від сусла до стінки змійовика α_1 , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$, який ми для спрощення моделі виберемо постійним, а також від коефіцієнта тепловіддачі від стінки до води α_2 , який буде залежати від швидкості протікання води по змійовику. Так як витрати води є керуючим параметром для регулювання температури маси бродіння в апараті, то цей параметр буде змінним. Загалом рівняння витрат тепла від сусла до води буде таким, Вт:

$$Q_z = k \cdot F_z \cdot \left(\frac{t_{c1} + t_{c2}}{2} - \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} \right), \quad (2.8)$$

де: F_z – поверхня стінок змійовика, м^2 ; k – коефіцієнт передачі тепла від сусла до води через стінку труби змійовика, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

НУБІП УКРАЇНИ

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda}}, \quad (2.9)$$

Тут коефіцієнт тепловіддачі від стінки до води α_2 знайдемо з використанням рівняння Нуссельта для ламінарного потоку води, Вт/(м² град):

НУБІП УКРАЇНИ

$$\alpha_2 = 0.023 \cdot \frac{k}{dz} \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4}, \quad (2.10)$$

де критерій Рейнольдса рахуємо по формулі $Re = \frac{wb \cdot dz}{\nu}$, (2.11)

НУБІП УКРАЇНИ

а критерій Прандтля по формулі $Pr = \frac{b \cdot c_p}{\lambda}$, (2.11)

У формулах (2.9) – (2.11): δz – товщина стінки труби зміювика, м; λ – коефіцієнт теплопровідності сталі труби, Вт/(м град); λ_b – коефіцієнт

теплопровідності води, Вт/(м град); dz – діаметр труби зміювика, м; wb – швидкість води в трубі, м/с; ν – кінематична в'язкість води, Вт/(м град); ab – температуропровідність води, м²/с.

НУБІП УКРАЇНИ

Для опису динаміки теплообміну в апараті на основі балансів тепла складемо два диференціальних рівняння по теплових потоках в суслі апарату і в воді зміювика:

НУБІП УКРАЇНИ

$$\frac{dQ_s}{d} = Q_{s1} - Q_{s2} + Q_d - Q_p - Q_z, \quad (2.12)$$

$$\frac{dQ_w}{d} = Q_{w1} - Q_{w2} + Q_z, \quad (2.13)$$

де Q_s – вміст тепла в суслі апарату, Дж рахуємо:

НУБІП УКРАЇНИ

$$Q_s = m_c \cdot C_c \cdot \frac{tc_1 + tc_2}{2}, \quad (2.14)$$

а Q_w – вміст тепла в воді зміювика, Дж:

НУБІП УКРАЇНИ

$$Q_w = V_z \cdot w \cdot C_w \cdot \frac{tw_1 + tw_2}{2}, \quad (2.15)$$

В рівняннях середнє значення температури сусли і води вибираємо як середнє арифметичне:

$$t_{cs} = (t_{c1} + t_{c2})/2; t_{ws} = (t_{w1} + t_{w2})/2.$$

Для створення імітаційної моделі процесу бродіння спиртового сусли

в апараті підставимо в рівняння (2.12) і (2.13) рівняння (2.1) – (2.8) і (2.14), (2.15) і отримаємо систему диференціальних рівнянь, яка після спрощення матиме вид:

$$0.5 \cdot \frac{dC_1}{dt} =$$

$$= \frac{1}{V} \cdot (C_1 - C_2) + h \cdot (C_1 - C_2) - \frac{1}{V} \cdot (C_1 - C_2) \cdot (C_1 - C_2)$$

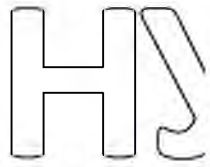
$$0.5 \cdot \frac{dC_2}{dt} = \frac{1}{V} \cdot (C_2 - C_1) + h \cdot (C_2 - C_1) - \frac{1}{V} \cdot (C_2 - C_1) \cdot (C_2 - C_1)$$

(2.16)

По ній ми створюємо імітаційну модель процесу бродіння сусли для приготування спирту із крохмалистої сировини (рис 2.2).

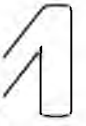
Попередньо виконаємо деякі розрахунки технологічних і конструктивних параметрів бродильного апарату і процесу бродіння для їх використання в імітаційній моделі в середовищі MathCad. Витрати води на охолодження сусли вибираємо такими, щоб температура процесу була нормативною, тобто 28 градусів С, а час перебування сусли в апараті складав 60 годин.

Вхідні дані для розрахунків



Довжина змійовика охолодження, м

$$L_z := 150$$



Внутрішній діаметр труби змійовика, м

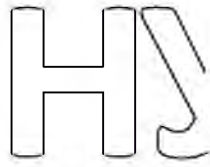
$$d_z := 0.064$$

Товщина стінки труби змійовика, м

$$\delta_z := 0.003$$

Коефіцієнт теплопровідності сталі труби, Вт/(м*град)

$$\lambda_z := 60$$



Діаметр бродильного апарату, м

$$d_a := 5$$

Висота бродильного апарату, м

$$h_a := 9.7$$



Коефіцієнт теплопередачі від сусла до повітря через стінку апарату, Вт/(м²*град)

$$k_a := 4.5$$



Об'ємні витрати води на охолодження сусла, м³/с

$$V_b := \frac{7.3}{3600} = 0.002028$$

Густина води, кг/м³

$$\rho_w := 999$$

Густина сусла, кг/м³

$$\rho_c := 1040$$

Частка дріжжів в суслі

$$h_d := 0.055$$



Виділення тепла дріжками, Вт/кг

oo

$$q_d := 1.7$$

Час бродіння сусла, год

$$\tau_c := 60$$

Температура сусла на вході в апарат, °C

$$t_{c1} := 40$$



Температура сусла на виході з апарату, °C

$$t_{c2} := 28$$

Середня температура води на охолодження, °C

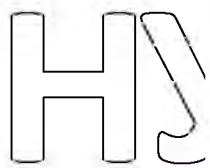
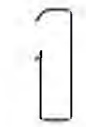
$$t_w := 10$$

Температура навколишнього повітря, °C

$$t_p := 20$$

Середня теплоємність сусла в апараті, Дж/(кг*град)

$$C_c := 3630$$



Коефіцієнт температуропровідності води, при t=10 °C, м²/с

$$a_b := 13.7 \cdot 10^{-8}$$

Кінематична в'язкість води при t=10 °C, м²/с

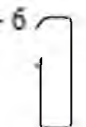
$$\nu_b := 1306 \cdot 10^{-6}$$

Коефіцієнт теплопровідності води, при t=10 °C, Вт/(м*град)

$$\lambda_b := 0.574$$

Коефіцієнт тепловіддачі від сусла до стінки труби змійовика, Вт/(м²*град)

$$\alpha_1 := 690$$



НУБІП України

Конструктивні розрахунки



Площа поперечного розтину труби змійовика, м²

$$f_z := \frac{\pi \cdot (dz)^2}{4} = 0.00322$$

Об'єм змійовика, м³

$$V_z := f_z \cdot L_z = 0.483$$

Поверхня стінок змійовика, м²

$$F_z := \pi \cdot dz \cdot L_z = 30.159$$



Об'єм бродильного апарата діаметром 5 м і висотою 9.7 м складе, м³

$$V_a := \pi \cdot \frac{da^2}{4} \cdot ha = 190.459$$

Поверхня стінок бродильного апарата, м²

$$F_a := \pi \cdot \frac{da^2}{4} + \pi \cdot da \cdot ha = 172.002$$

Технологічні розрахунки



Час заповнення змійовика водою (час запізнення по каналу регулювання температури), с

$$\tau_t := \frac{V_z}{V_b} = 237.969$$

Маса сусла в бродильному апараті, кг

$$m_c := V_a \cdot \rho_c = 198077.4$$

Маса дріжджів в бродильному апараті, кг

$$m_d := m_c \cdot hd = 10894.3$$

Витрати сусла на бродіння в апарат, кг/с

$$G_c := \frac{m_c}{\tau_c \cdot 3600} = 0.917$$



Швидкість води по трубі змійовика, м/с

$$w_b := \frac{L_z}{\tau_t} = 0.63$$

Розрахунок коефіцієнта теплопередачі

Критерій Рейнольдса при руху води по змійовику

$$Re := \frac{w_b \cdot dz}{\nu_b} = 30.889$$



Критерій Прандтля для води

$$Pr := \frac{\nu_b}{ab} = 9532.8$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки змійовика до оходжувальної води, Вт/м²град

$$\alpha_2 := 0.023 \cdot \frac{\lambda_b}{dz} \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4} = 125.313$$

Коефіцієнт теплопередачі від сусла до води у змійовику, Вт/(м²град)

$$k := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta z}{\lambda z} + \frac{1}{\alpha_2}} = 105.493$$



Розрахунки теплових потоків

Тепло, що приходить із суслом, Вт

$$Q_{s1} := G_c \cdot C_c \cdot tc1 = 1.332 \times 10^5$$

Тепло, що виходить із суслом, Вт

$$Q_{s2} := G_c \cdot C_c \cdot tc2 = 9.321 \times 10^4$$

Тепло, що виділяють дріжджі, Вт

$$Q_d := m_d \cdot q_d = 1.852 \times 10^4$$

НУДІІ І УКРАЇНИ



Тепло, що відводиться від сусли змійовиком. Вт
 Тепло що відводиться від сусли в навколишнє повітря. Вт

$$Q_z := k \cdot F_z \cdot \left(\frac{tc1 + tc2}{2} - tw \right) = 7.636 \times 10^4$$

$$Q_n := ka \cdot Fa \cdot \left(\frac{tc1 + tc2}{2} - tp \right) = 1.084 \times 10^4$$

Тепло сусли в апараті. Дж

$$Q_a := mc \cdot Cc \cdot \frac{tc1 + tc2}{2} = 2.445 \times 10^{10}$$



Імітаційна модель процесу бродіння сусли у спиртовому виробництві створена на основі системи диференціальних рівнянь (2.16) в середовищі Simulink MATLAB (рис. 2.2)

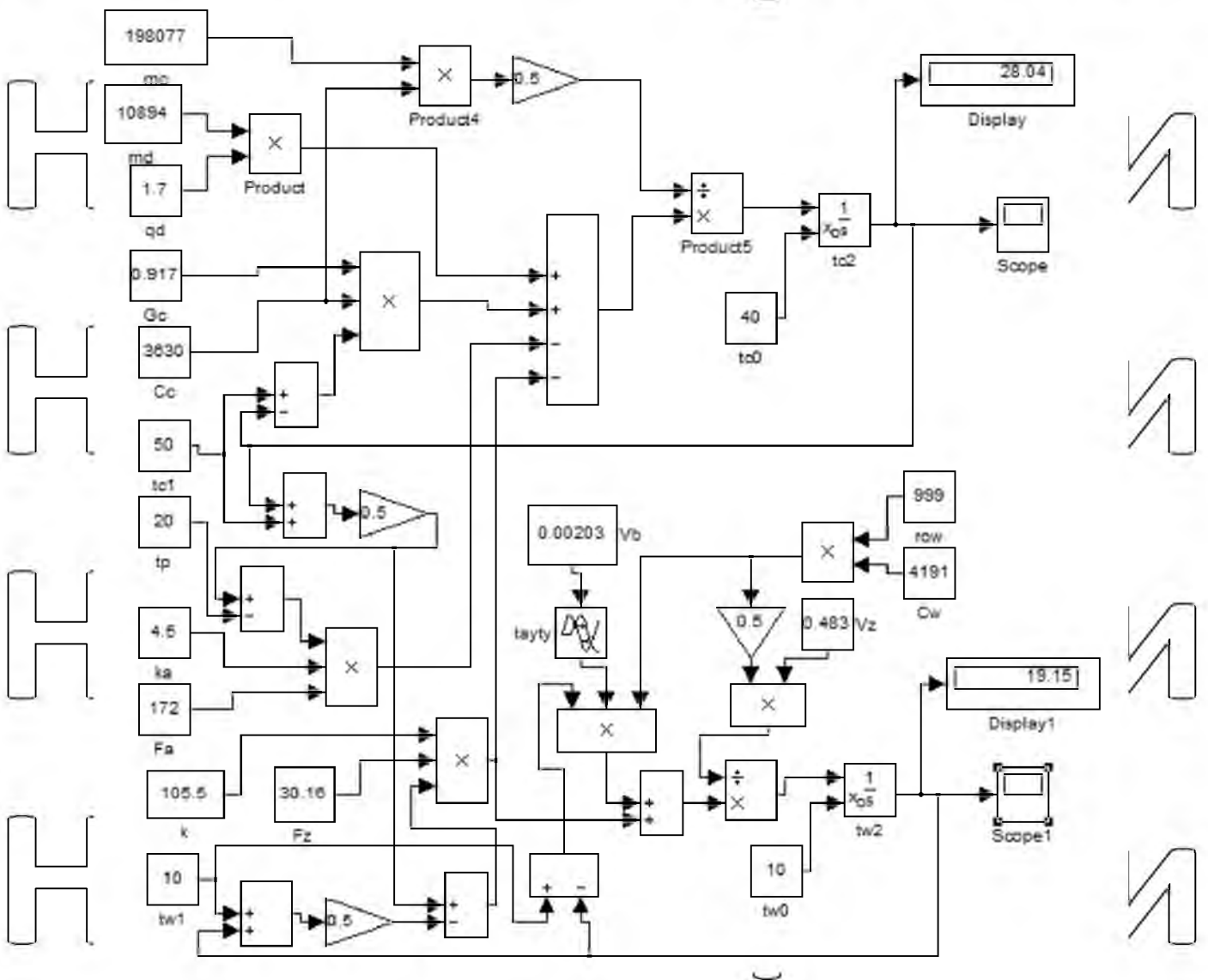


Рис. 2.2. Імітаційна модель процесу бродіння сусли у спиртовому

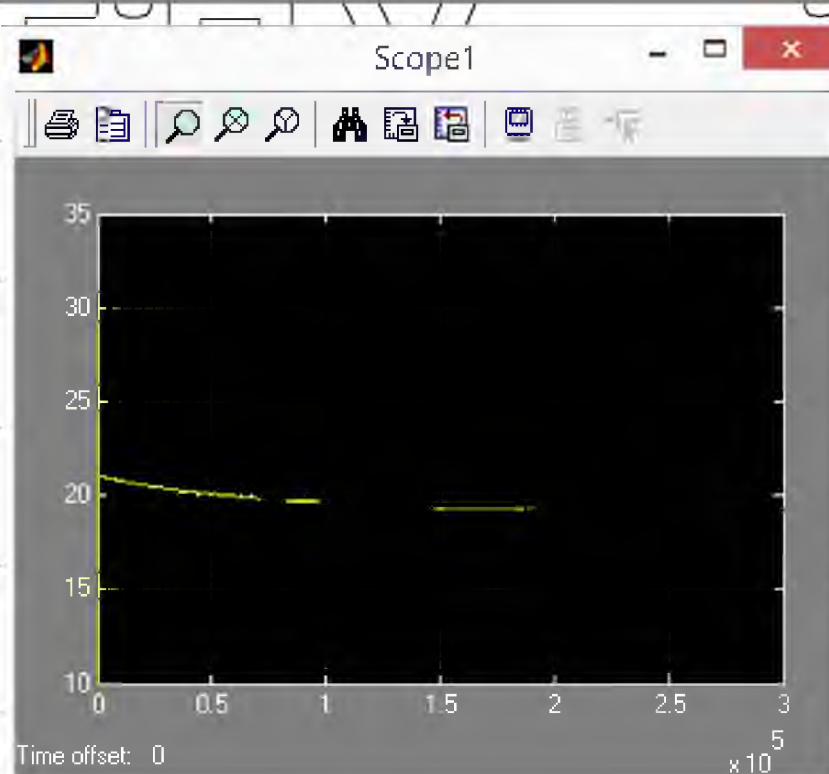
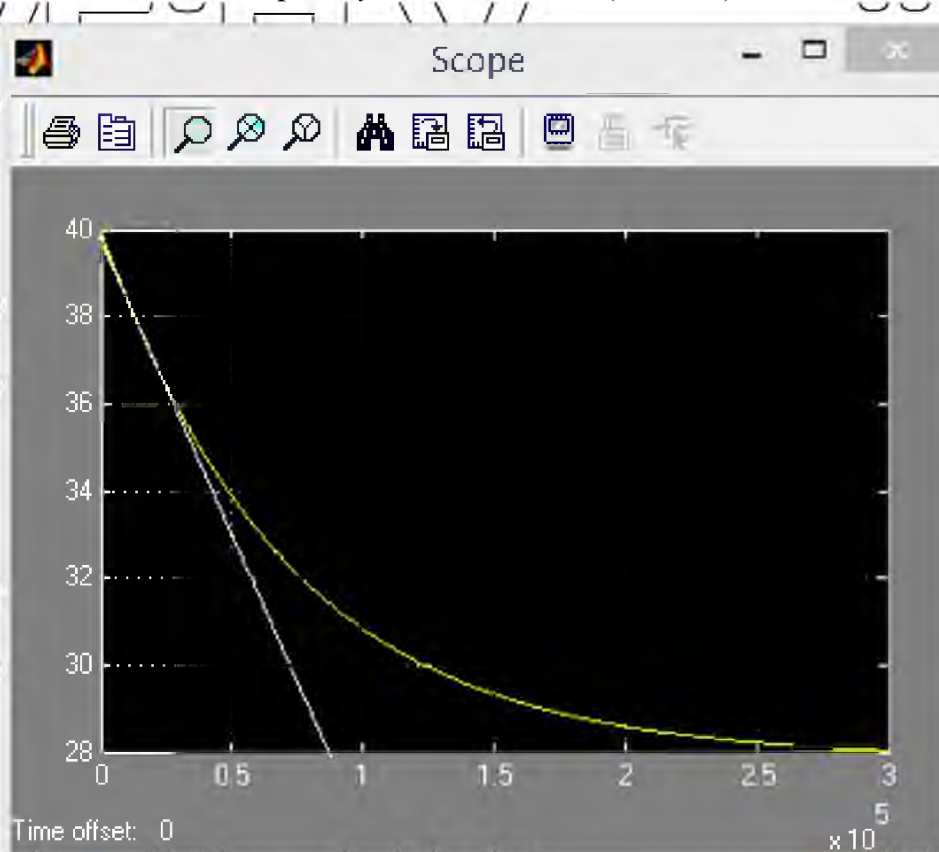
В моделі передбачено введення вихідних даних, розрахованих за допомогою програмного пакету MathCad, особливо значення коефіцієнта теплопередачі від сусли до води u в змійовику k . Також вводиться і запізнення по каналу регулювання температури t при подачі холодної води на змійовик V_b .

По перехідному процесу охолодження сусли в апараті (рис. 2.3.) можна знайти постійну часу передатної функції об'єкту по каналу регулювання температури T_t . Враховуючи великий об'єм апарату система буде інерційною і мати велике значення постійної часу в порівнянні з часом запізнення. Не дивлячись на мале відношення t_t/T_t , враховуючи складність процесу і необхідність точного регулювання температури для регулювання слід вибрати безперервний ПІ регулятор. Для знаходження коефіцієнта передачі передатної функції змінимо об'ємні витрати води на охолодження

з $7,3$ м³/год при якому коефіцієнт теплопередачі k складає $105,5$ Вт/(м² град), а регульована температура сусли $t_{c2} = 28,04$ оС на 1 м³ до $8,3$ м³/год. У цьому випадку коефіцієнт теплопередачі складе $k = 115$ Вт/(м² град), а температура сусли $t_{c2} = 26,6$ оС. Відповідно змінюючи параметр регулювання на $\Delta x = 1$ м³/год отримаємо зміну регульованого параметра на $\Delta y = 28,04 - 26,6 = 1,56$ оС. Тобто:

$$Kp = \Delta y / \Delta x = 1.56 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{м}^3/\text{год}).$$

(2.17)



НУБІП України

Рис. 2.3. Перехідні процеси зміни температури сусли на виході апарату і температури води після охолодження.

З рисунку 2.3. перехідного процесу зміни температури сусли,

провівши дотичну до кривої визначаємо, що постійна часу дорівнює $T_p =$

$0,9 \cdot 10^5$ с, запізнення по каналу регулювання температури пораховане як $\tau_t =$

238 с, а коефіцієнт передачі об'єкта як $K_p = 1,56$ °C/ (м³/год) то передатна

функція об'єкта матиме вигляд:

$$G(s) = \frac{1,56}{0,9 \cdot 10^5 s + 1} e^{-238s} \quad (2.13)$$

Проведемо дослідження на моделі впливу збурень на регульований параметр, температуру сусли в апараті. Зміна температури охолоджуючої

води з 10 до 16 °C призведе до збільшення температури сусли на 3,14 °C

(рис. 2.4.)

Наступним, проведемо дослідження впливу температури зовнішнього середовища, повітря в приміщенні на температуру сусли. На рис. 2.5 видно,

що збільшення температури повітря також на 6 °C призведе до збільшення температури сусли на 0,91 °C

Для компенсації збільшення температури охолоджуючої води на 6 °C необхідно витрати холодної води збільшити на 2,77 м³/год, а для

компенсації збурення по температурі повітря на 6 °C витрати води потрібно збільшити лише на 0,65 м³/год. При моделюванні враховувалась і зміна

коефіцієнта теплопередачі від сусли до води.

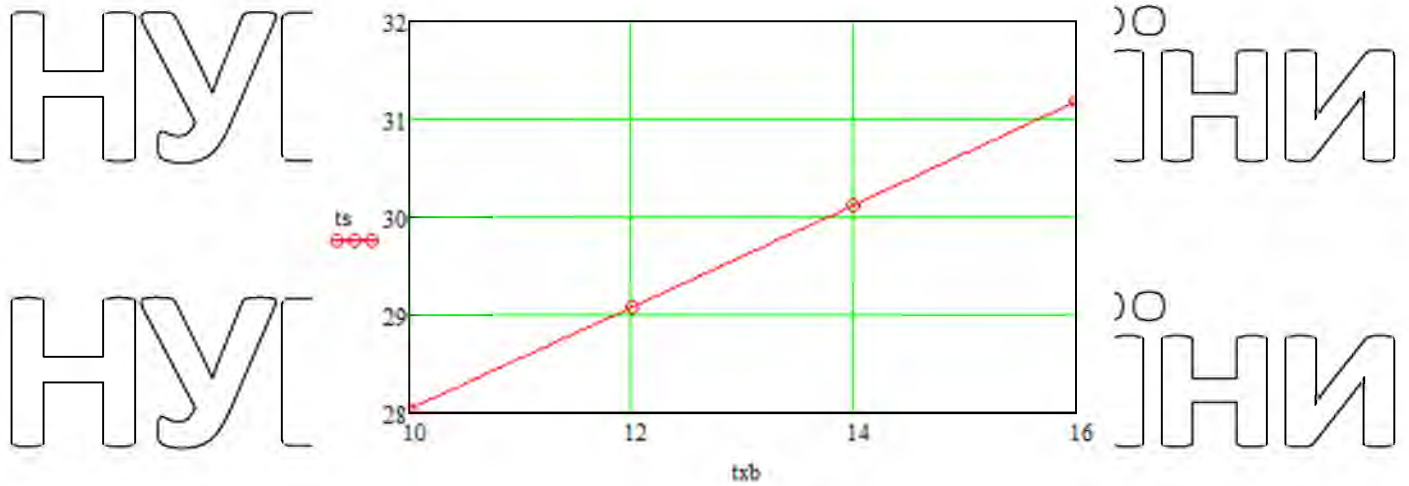


Рис. 2.4. Дослідження впливу зміни температури охолоджуючої води на температуру суслу в апараті.

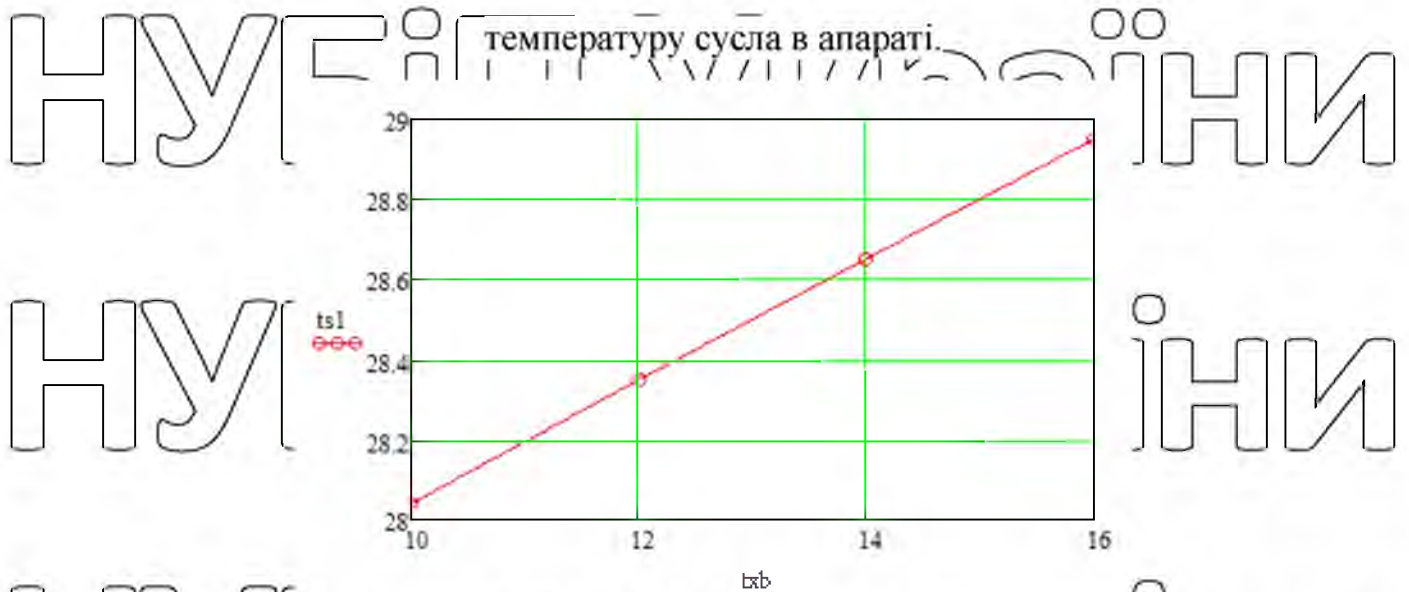


Рис. 2.5. Дослідження впливу зміни температури зовнішнього повітря на температуру суслу в апараті.

Розроблена математична і імітаційна моделі процесу бродіння суслу в бродильному апараті спиртового виробництва для потреб автоматизації процесу.

По результатах динамічного моделювання знайдена передатна функція цього об'єкту керування по каналу регулювання температури суслу.

На моделі проведені дослідження впливу збурень по температурі охолоджуючої води і зовнішньої температури на температурний режим в апараті. Визначено, що для компенсації збільшення температури охолоджуючої води на 6 оС необхідно витрати холодної води збільшити на 2,77 м3/год, а для компенсації збурення по температурі повітря на 6 оС витрати води потрібно збільшити лише на 0,65 м3/год.

Порівнюючи результати, можна зробити висновок, що загальна якість системи покращилася. Синтез ПІ-контролерів покращує не тільки якість роботи, але й швидкість, що є важливим фактором у нашій системі. Це забезпечує рівномірну подачу води в систему в потрібний момент, що безпосередньо впливає на якість спиртового продукту на виході.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ

ОБ'ЄКТОМ

3.1 Вибір технічних засобів

Вибір сприймаючого елемента (датчика)

Багато підбирають датчик так, щоб межі його вимірювання охоплювали діапазон контрольованих кількісних змін і були близькими до них, не забуваючи про необхідність забезпечення необхідної перевантажувальної здатності датчика та можливості підключення до обраної електроніки. Пристрій управління.

При цьому особливу увагу слід звернути на швидкість або інерцію вимірюваної трансдукції, яку називають через постійну T . Тому, обгрунтовуючи вибір датчика температури бродіння, необхідно спочатку звернути увагу на діапазон зміни температури. регулювання. Діапазон регулювання температури знаходиться в межах $-30 \dots +37$ °C. Для того щоб датчик в процесі стабілізації температури до заданого рівня не викликав динамічної похибки вимірювання, його постійна часу датчика повинна бути порядку величина менша за постійну часу об'єкта керування.

Датчик температури РТ-100 на температурному реле ТР-100 - платиновий датчик з номінальним опором 100 Ом при 0 °C

При використанні датчиків цього типу похибка вимірювання становить $\pm 0,5$ °C. Датчики РТ100 підключаються до каналів 1,2,3,4 в 2 або 3-х провідному ланцюзі з наступним встановленням параметра «0». Діапазон вимірювань температури (-40 до ± 240 °C).

ТР-100 визначає коротке замикання вимірювальних ліній. При виході з ладу датчика відбувається відповідна аварія.

Н



1

Н

1

Рис. 3.1.1 PT-100 - Датчик температури

Датчик PT-100 покращує параметри тепловіддачі, забезпечуючи вібростійкість, широкий температурний діапазон, високу точність і стабільність вимірюваних значень.

Інерція PT-100 становить 25с. Оскільки постійна часу об'єкта керування значно вища за цей датчик температури, він нас задовольняє за технічними параметрами, і не викликає похибок при вимірюванні параметрів температури в обраному діапазоні.

Визначте коефіцієнт перетворення для датчика температури.

$X_e = R_0 \cdot \mu$, де R_0 – опір при 0 С цього датчика, $R_0 = 100$ Ом.

– температурний коефіцієнт опору платини, $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3}$ 1 / ° С.

Визначте коефіцієнт передачі: $X_e = 100 \cdot 4,28 \cdot 10^{-3} = 0,428$.

Температурне реле TR-100 використовується для контролю температури приладу за допомогою чотирьох датчиків, з'єднаних дво- або трипровідними ланцюгами, а потім виводить температуру на екран і видає сигнал тривоги, коли будь-який параметр перевищує встановлені межі.

Ви можете використовувати його для захисту:

- трифазні сухі трансформатори з додатковим регулюванням температури живлення або навколишнього середовища.

НУБІП України

- двигуни та генератори.

TR-100 має універсальний блок живлення і може використовувати будь-яку напругу від 24 до 260 В, незалежно від полярності.

Датчик тиску PC-28 призначений для вимірювання вакууму, а також надлишкового та абсолютного тиску газів, пари та рідин



Рисунок 3.1.2 Датчик тиску Aplisens PC-28

Межі вимірювань тиску: від -0,1 до 100 МПа

Мінімальна ширина діапазону 2,5 кПа

Вихідний сигнал: (4÷20) мА або (0÷10) В

Іскробезпечне виконання 0 Exia IIC T6

Вимірювальний елемент датчика тиску являє собою вбудовану в ресивер тиску г'язостійку силіконову монолітну конструкцію, яка вдовременна від вимірювального середовища спеціальною мембраною і заповнена спеціальною манометричною рідиною. За допомогою потенціометра споживач має можливість виправити «нуль» і виміряти вимірювання перетворювача в межах 10% без взаємодії тунера.

Логічний контролер Modicon M221



Рис 3.1.3 ПЛК Modicon M221

Найвища продуктивність для такого компактного корпусу
Логічний контролер Modicon M221 демонструє найвищу
продуктивність у своєму класі продуктів. Доступний у компактному або
модульному (Book) виконанні ПЛК потребує мінімального монтажу та
вдзначається високим рівнем універсальності. Під'єднавши просту
дистанційну панель оператора, можна використовувати ПЛК для миттєвого
обслуговування та візуалізації механічного обладнання.

Ключові характеристики Modicon M221

ПЛК оснащений всім, що необхідно:

карта SD і порт USB;

2 аналогових входи та широкий вибір входів/виходів;

перемикач Пуск/Стоп і картридж розширення;

порти: Ethernet і послідовний.

Завдяки високому рівню гнучкості можна легко додавати інші модулі,
такі як:

модуль безпеки;

широкий спектр аналогових і цифрових модулів;

сервоприводи Lexium.

Інтуїтивно зрозуміле програмування механічних систем за
допомогою програмного забезпечення EcoStruXure Machine Xure Central –
Basic:

підвищення ефективності інженерних процесів за рахунок простої
навігації;

використання лише одного інтуїтивно зрозумілого програмного
інструменту для всіх операцій з програмування, візуалізації та введення в
експлуатацію;

ПЗ доступне для безкоштовного завантаження;

навчання не потрібне.

Логічний контролер Modicon M221 є приладом, інтегрованим в
середовище EcoStruXure Machine. EcoStruXure Machine™ від компанії

Schneider Electric – це інтуїтивно зрозуміле програмне рішення для

автоматизації механічних систем, у якому реалізовані всі функції та
характеристики, що необхідні для створення нових, більш прибуткових
механізмів. EcoStruXure Machine – це комплексне рішення для

машинобудівної галузі, яке підвищує ефективність і прибутковість
механічної системи протягом усього життєвого циклу – від проектування та
розробки до введення в експлуатацію та технічного обслуговування.

Вибір регулятора:



Рисунок 3.13- REG43PUNL1RHU Реле контролю температури

Серія продукту Zelio Control

Тип продукту Модульні реле вимірювання і управління

Тип релейного захисту Реле контролю температури

Спеціальна область застосування продукту ОВКВ

Обігрів або охолодження

Найменування релейного захисту REG

Тип підключення Датчик температури для Pt 100

Струм: 1 ... 20 mA. Напряга: 1 ... 5 V

номінальну напругу мережі 100 ... 240 В пер. струм

межі напруги живлення 80 ... 264 В

Точність вимірювання 0,3% повної шкали

тривалість вибірки 200 мс

тип виходу релейні виходи 220V пер. струм 3 А

Ручне керування

III-регулятор

Програма 16 кроків

Робоче положення Будь-яке положення

Тип дисплея 7 сегментів LCD

функція сигналізації Індикатор значення уставки світлодіод зелений

Значення технологічного параметра ЖК дисплей

Робоча температура -10 ... 50 °С

Відносна вологість 90% без утворення конденсату

Вібростійкою 1 gn (частота = 10 ... 70 Гц) відповідно до IEC 60068-2

ступінь захисту IP66 відповідно до IEC 60529 (лицьова панель)

Вибір регулюючого органу та виконавчого механізму

Регулюючий орган є одним із найбільш відповідальних елементів

ДАК (від його ефективності значною мірою залежить надійність системи в цілому та надійність регулювання), що діє безпосередньо на об'єкт управління.

Регулюючі клапани, пристрої для регулювання температури, тиску, витрати та інших параметрів. Включати в системи автоматичного керування або регулювання та впливати на перебіг технологічних або

теплових процесів відповідно до отриманої командної інформації.

Встановлюється на магістральних і технологічних трубопроводах, технологічних пристроях, установках, резервуарах тощо. Він складається з керуючого органу (фактично клапана), що змінює перетин потоку, і виконавчого механізму - пневмопривода, який отримує командну інформацію від автоматичного контролера або пристрою дистанційного керування і передає її контролеру.

Корпус управління має фланець через конструкцію і складається з верхньої і нижньої кришки, поршня і корпусу. Шток поршня з'єднується накидною гайкою зі штоком приводу, встановленим на верхній кришці органу керування.

На діафрагму діє стандартний командний сигнал (при високому тиску 0,02-0,1 Мн/см²), який передає зусилля на поворотну пружину механізму, в результаті чого двері рухаються і змінюють перетин і, отже, ємність клапана.



Рис. 3.1.4 Електропривод AUMA

Засувка чавунна з чавунним клином Zetkama (11D DN200 PN16) привід AUMA 220V клинова засувка з фланцем з гумовим замком.

Використовується як пробка для переривання води в робочій зоні. Прямий прохід корпусу запобігає накопиченню опадів.

Гумовий кільч гарантує високу непроницність;

корпус, кришка корпусу та рульове колесо виготовлені з легованого чавуну, який може бути оброблений кульковим графітом EN-GJS-500-7

5.3200 (JS 1050);

внутрішня та зовнішня частина корпусу покрита антикорозійною споксидною фарбою RAL 5002 товщиною 300 мкм,

запірний елемент із чавуну, який може бути пошкоджений етиленпропіленовою вулканізованою гумою GGG-50 сфероїдального графіту (EPDM);

Многооборотный привод			Електродвигатель									
Тип	Скор-ть об/хв	Крут. мом-т макс. Нм	Тип	Мощ-ть P _н (кВт)	Скорост-ь об/хв	Номинал. ток I _н (А)	Ток(і) проб(і) макс. (А)	Пусковий ток I _к (А)	cos φ	Значення токового заг.вмкл. (А)	Класи мощ-ти AUMA	
											Контактор 4	Термистор(і)
	4		YD200E3-4-0.02	0,02	1 400	0,4	0,3	1,1	0,40	0,3	A1	B1

Рис 3.1.5 Характеристика електродвигуна

Стрижень - нержавіюча сталь X20Cr13 (AISI 420). Це мартенситна нержавіюча сталь, термічно оброблена і має високу зносостійкість і хорошу корозійну стійкість. Зберігає свої властивості при експлуатації в слабоагресивних середовищах до +450 °C;

Гайка штока, різьбова втулка виготовлена з латуні CuZn36Pb2As (CW602N). Це свинцева латунь для кованої дуплексної конструкції, високої міцності, стійкості до корозії та амортизації. Використовується для

монтажу сантехніки, яка виготовляється методом термічного штампуння та механічної обробки;

Ущільнювачі в рульовому колесі, гайки, гвинти з вуглецевої сталі C15, C15R, C15E. Це структурно-легована вуглецева цементуюча сталь, що

характеризується високою пластичністю і поверхневою твердістю, а серцевина має низьку міцність. Робочі температури для цього сталевого виробу від -40 до $+440^{\circ}\text{C}$;

Ущільнювачі, прокладки та захисні кільця виготовлені з етилен-пропіленової гуми (EPDM). Це гума, стійка до погодних умов і хімікатів.

Зберігає еластичність при низьких температурах. Робоча температура гумових ущільнювачів EPDM коливається від -55 до $+125^{\circ}\text{C}$.

Ручне керування колесами;

відстань між фланцями відповідає EN 558-1;

Фланцеве з'єднання приводу F4-F25 згідно DIN 3202.

Застосовуються у:

побутові і промислові установки водопостачання, водо-нагріву і опалення;

системи охолодження і кондиціонування;

промислові гідравлічні системи.

Робоча температура Від -35°C до $+110^{\circ}\text{C}$

Клас герметичності А відповідно до норми EN-15266-1

Насос



Рис 3.1.6 Насосна станція Optima JET150-PL-24 INOX 1,3кВт

- Гідроакумулятор на 26 літра.
- Шланг антивібраційний кутовий LG17 (HS34002) 1 " 0,5 м 26мм
- Кабель з Євро вилкою і клемми 1,5 Автоматика в зборі FC-19

Вони використовуються для підтримки необхідного тиску в системах водопостачання квартир, будинків, котеджів – т. д. Завдяки своєму принципу дії ці агрегати можуть допомогти безперебійно вирішувати проблеми, так як правильний потік води не забезпечує необхідний тиск або подачу води для свердловини або свердловини. Гідравлічні характеристики насосних станцій повністю відповідають гідравлічним характеристикам насосів на основі установки насосної станції.

- Характеристика Потужність 1500 Вт.

• Максимальний напір до - 50 м;
• Максимальна продуктивність, до - 60 л / хв;
• Діаметр підключення: 1 " Напруга мережі: 230V - 50Hz;

• Ступінь захисту двигуна: IP54; Клас ізоляції: F;
• Гідроакумулятор: Нержавіюча сталь;
• Матеріал корпусу: Чавун; Дифузори і ежектор: Термопласти;

• Матеріал робочого колеса: Латунь;
• Механічне ущільнення: кераміка / графіт
• Максимальна глибина всмоктування: 9 м;
• Максимальна температура рідини: 60 ° C

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Вибір пускозахисної апаратури

Автоматичний вимикач QF1: Для вибору автоматичного вимикача

QF1 обираємо той, який буде підходить для серводвигунів (AUMA 220В), P

$P = 20 \text{ Вт}; I_n = 0,4 \text{ А}; \cos \phi_{II} = 0,4$;

та насосу (Optima JET 1550-PL-24 INOX), $P = 1500 \text{ Вт}; I_n = 5,9 \text{ А};$

Отже, для вибору автоматичного вимикача QF1 використовуємо

наступні дані:

- $U_{н.м} = 220 \text{ В};$
- $I_{н.дв} = 6,7 \text{ А};$

Вибираємо автоматичний вимикач IEK BA447-29 2P C з наступними

технічними характеристиками:

- $U_{н.ав} = 230 \text{ В};$
- $I_{н.ав} = 8 \text{ А};$



Рис 5.1 Автоматичний вимикач IEK BA447-29 2P C

Проміжне реле KV1, KV2, KV3:

- за напругою ($U_n \geq U_T$), $U_n \geq 220$;

- за струмом ($I_{н.мк} \geq I_{н.д}$), $I_{н.д} \geq 6,8$;
- за напругою котушки ($U_{кк} = U_{н.кк}$), $U_{кк} = 220$;

Згідно приведених умов обираємо електромагнітні пускачі KM20-20

АС ІЕК на 20А із наступними технічними характеристиками :

$U_{н.мк} = 202\text{В}$; $I_{н.мк} = 20\text{А}$; $U_{кк} = 220\text{В}$.

Конт



Рис. 5.1.2 Конт

Рис. 5.1.2 Конт

Сигналізаційні лампа HL1, HL2, HL3:

PL-25N/220В. Технічні характеристики: $U_{н.л} = 220\text{В}$

Кнопки SB1, SB2, SB3, SB4, SB5:

Напруга схеми керування в 220 В, обираємо кнопки ІЕК SB-8.

5.1.1. Вибір проводів та кабелів

Монтаж в щиті будемо здійснювати за допомогою одного типу проводу.

Провід вибираємо за найбільшим струмом. Найбільший тривало допустимий струм протікатиме по проводі №1, $I_{ном} = 20\text{А}$.

Тому провід вибираємо так щоб виконувалась умова:

$$I_{гр. доп.} I_{роз.} \leq I_{роз.} \leq 20A.$$

Провід вибираємо залежно від їх поперечного перерізу і способу прокладання. Найбільш підходящим проводом являється ПВ-1(1x1,5),

$$I_{гр. доп.} I_{роз.} \leq I_{роз.} \leq 20A.$$

Відповідно до схеми електричної підключень, будемо використовувати відповідні провoda і кабелі:

$$I_{гр. доп.} I_{ном.} \leq I_{ном.} = 23A.$$

$$U_{ном.} = 220V.$$

кількість жил – 4.

З таблиці вибираємо КВВГ(4x1,5), площа перерізу $S=1,5mm^2$,

$$I_{гр. доп.} \leq 24A.$$

№2 Кабель живлення електродвигуна АИР 120 L4.

$$I_{ном.} = \frac{10^3 * P}{\sqrt{3} U_n * \eta_n * \cos \varphi_n} = 1,7;$$

$$I_{гр. доп.} \geq I_{ном.} = 1,7A.$$

$$U_{ном.} = 220V.$$

кількість жил – 3.

З таблиці вибираємо КВВГ(3x1,5), площа поперечного перерізу

$$S=1,5mm^2,$$

$$I_{гр. доп.} \geq 14A.$$

№4,3 Кабель до датчика ВК1,ВК2.

$$I_{\text{тр.доп.}} \geq I_{\text{ном.}} = 0,8 \text{ А.}$$

$$U_{\text{ном.}} = 220 \text{ В.}$$

кількість жил — 3.

З таблиці вибираємо КВВГ(2х1,5), площа поперечного перерізу $S = 1,5 \text{ мм}^2$,

$$I_{\text{тр.доп.}} \geq 14 \text{ А.}$$

5.2 Розробка принципової схеми

Опис схеми

Принципові електричні схеми призначені для повної ілюстрації взаємозв'язків між приладами з урахуванням принципів роботи та послідовності роботи. На базовій електричній схемі електричні елементи зображуються символами, а також сполучними лініями між ними, блоками

та модулями. На схемі також міститься така інформація: умовне викладення принципу дії функціональних вузлів, написи з поясненнями частини окремих елементів, схеми комутаційних контактів, а також черелік пристроїв, що використовуються в цій схемі.

Автоматичне регулювання температури готування (датчики температури 11-12 і 14-15), з якої надходить сигнал на контролер REG48.

При підключенні агрегату до мережі електродвигун М3 працює, забезпечуючи рух двигунів М2 і М1. Двигун М3 переміщує заслінку. Коли температура варильної колони підвищиться вище заданого значення, REG48 закриває КВ1, а заслінку відкривається. Коли температура знизиться і нижче встановленого КВ2, дверцята закриваються.

Перемикання в ручний режим здійснюється за допомогою перемикача SA1 і забезпечується кнопками SB1-SB7. Коли SB2 запускає насос, SB1 – це аварійна зупинка, SB3 - електрична зупинка, SB4 і SB5 відкривають і закривають клапан відповідно.

5.3 Розробка схеми з'єднань

Відповідно до ДСТУ 2.702-75 «Правила виконання електричних

схем» схеми з'єднання - це схеми, що показують з'єднання компонентів установки або виробу. Вони розроблені на основі базових схем живлення і використовуються при монтажі та

налагодженні.

Схеми підключення складаються за такими загальними правилами: - Схеми підключення малюються на панелі керування, яка

містить усі комутаційні пристрої.

- всі елементи, такі як: KB1, KB2, KK1, розташовувалися на задній панелі ПКП згідно ДСТУ 2.702-75 «Правила електричних схем»;

- дотримуються норми маркування кабелів, ліній зв'язку, в яких усі елементи з'єднані між собою згідно з ДСТУ 2.710-81 «Буквенно-

цифрове маркування в електричних схемах».

Адреса була використана для створення діаграми і були виконані наступні вимоги: Панель управління UU-7-0863

відображається в літаку, показуючи лише: - Передню панель, коли

транспортний засіб встановлено між ними. Перемикач QF, кнопки керування SB1-SB7, сигнальні лампи HL1-HL2, регулятор температури

REG 48, перемикач SA1. На лівій бічній панелі знаходиться клема XT,

яка служить з'єднанням між елементами передньої і задньої панелей, реле напруги KV 1 і KV2, запобіжником KKT. Вихід клем для кожного

елемента позначений кружечками, в яких вказана їх заводська

маркування; якщо пристрої виведення не мають заводського маркування, вони позначаються умовно арабськими цифрами, що

обумовлено пояснювальним написом.

Метод адресації є найпоширенішим і може статися, що лінії зв'язку між окремими елементами пристрою, встановленими на

екрані, не відображаються, а натомість підключення проводів на

кожному пристрої або елементі ставить цифрову або буквенно-цифрову адресу пристрою. елемент, до якого здійснюються

електричні з'єднання (позначення положення за принциповою

схемою) або порядковий номер елемента.

Схема підключення показана на аркуші 1.

НУБІП України

5.4 Розробка схеми підключень

НУБІП України

Відповідно до ДСТУ 2.702-75 схеми електропроводки показують зовнішнє підключення приладів, щитів, пультів і т. д. Схеми підключення складаються на основі основних схем живлення, специфікації приладів і обладнання, а також креслень виробничих приміщень з установкою технологічних обладнання та трубопроводів.

НУБІП України

Практичне використання двох конструкцій схем з'єднання: графіків і таблиць. Частіше зустрічається графіка. Таким чином, умовні графічні символи позначають: первинні перетворювачі, додаткові панельні пристрої та методи автоматизації; з'єднувальні та подовжувальні коробки, вільні кінцеві коробки термопар, електроустановки та кабелі, закріплені на зовнішній стороні щитів; всмоктувальне обладнання, зчіпні та розгалужувальні елементи, затискачі перемикача на зовнішній стороні щитів.

НУБІП України

Шафи, пульти, окремі пристрої та прилади зображують у вигляді прямокутників або кіл, у середині яких розміщують відповідні символи.

НУБІП України

У лініях зв'язку, тобто проводах або кабелях, вказується кількість проводів (з'єднань), перетин і довжина проводів і кабелів (якщо провід трубний, слід також показати тип труби).

НУБІП України

Схеми підключення виконуються без збереження каркаса в зручному для користувача форматі [16].

НУБІП України

Схема підключення показана на аркуші 2.

НУБІП України

5.5 Розробка загального виду щита керування

Панелі системи автоматизації діють як місця для керування, керування та сигналізації автоматизованого об'єкта. Вони є сполучною ланкою між об'єктом управління та оператором. Панелі встановлюються у виробничих і спеціалізованих панельних приміщеннях для експлуатації, доставки, обладнання тощо.

Плити і плити для систем автоматизації призначені для розміщення способів контролю та управління технічними процесами, контрольно-вимірювальних приладів, сигнальних пристроїв, регулюючих клапанів, захисту, замків тощо.

Вибір конструкції залежить від кількості встановленого на ній обладнання, його типових параметрів, компоновання. Панель керування, яка з'єднує зв'язок панелі керування з об'єктом керування та людиною.

Виконує такі функції: - керівна посада; - сигнальна панель; Розміри коробки визначаються шляхом розрахунку загальної кількості прорізів для пристроїв, встановлених на задній стінці коробки і закритої її дверцятами.

Щоб визначити розмір щита, можна визначити положення пристроїв, які вбудовані в екран. Розмір поверхні пристрою визначається його габаритними розмірами, а також додатковими відстанями, необхідністю підключення до пристрою проводів, розміщення на їх кінцях маркерів, а також полегшення конструкції пристроїв для обслуговування пристрою.

Ящики вибираються відповідно до кількості слотів, які будуть у них розташовані [16], де H і L — довжина і ширина, мм

НУБІП України

Таблиця.5.1. Розміри елементів керування

Тип апарату	Розміри зон, мм ,H	Розміри зон, мм L	Варіант кріплення
Автоматичний пускач OE1	44	54	2
Кнопки SB1- SB7	24	24	1
Сигнальні лампи HL1	34	34	1
Перемикач SA1	24	64	1

Визначаємо необхідну монтажну зону ящика управління, необхідну розміщення апаратів захисту та управління, мм.

$$S=44 \cdot 56 + 22 \cdot 22 \cdot 7 + 33 \cdot 33 \cdot 4 + 22 \cdot 60 = 11728 \text{ мм}^2.$$

Бокс монтажний призначений для установки приладів обліку і пуско-регулюючої апаратури на розсуд споживача.



Рис 5.5.1 Бокс монтажний «Билмакс» БМ - 25 IP31

Для вуличних умов зі ступенем захисту IP31. Мають знімний люк в днищі для зручності виконання кабельних отворів. Монтажні панелі входять в комплект. Панелі монтажні ПМ з БМ - 20 по БМ - 50 мають товщину 1 мм., з БМ - 51 по БМ - 126 мають товщину 1,5 мм.

Габаритні розміри (шир. X вис. X глиб): 250 x 250 x 140

Виконання: навісний

Ступінь захисту IP: 32

5.6 Комплектування щитів і пультів апаратурою керування та захисту. Вимоги до щитових приміщень

Електричні пристрої спрацьовування, керування та захисту — це електричні пристрої та механізми, призначені для вклучення та вимикання, для забезпечення певного режиму роботи та захисту електрокористувачів та електричних кіл. Пристрій може виконувати одну або кілька з наступних функцій.

Електричні прилади підбирають за типом струму, напруги, потужності, кількості полюсів, вимогам захисту споживачів і несправності електричних ланцюгів, справедливості і продуктивності залежать від умов навколишнього середовища.

5.7. Розрахунок надійності системи автоматичного керування

Таблиця 5.2. Інтенсивність відмов елементів схеми

№	Найменування	Кількість	Інтенсивність	Рез. інтенсивність
1	Контакти	9	0,26	2,6
2	Автоматичні вимикачі	2	0,16	0,16
3	Лампи	4	10,26	20,6
5	Електродвигуни	2	5,26	15,76
7	Кнопки	4	0,066	0,186
8	Реле	4	0,26	0,76
				29,56

Результуюча інтенсивність відмови всіх елементів буде становити:

НУБІП України

$$\lambda_p = (2,5 + 0,13 + 30,75 + 15,72 + 0,186 + 0,76) \cdot 10^{-6} = 29,63 \cdot 10^{-6}, \text{ год}^{-1}$$

Беремо, що термін експлуатації системи становитиме $i = 10 \cdot 10^3$ год,

тобто результуючу ймовірність безвідмовної роботи системи визначимо за

НУБІП України

виразом

$$P_{рез}(1000) = e^{-1 \cdot 29,78 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4} = 0,767$$

Видно, що $P_3(t) = 0,96 < P_{рез}(t) = 0,86$. Щоб підвищити надійність схеми, що розглядаємо, застосовуємо метод навантаженого резервування.

НУБІП України

Резервувати будемо не всю схему, а лише її частину.

$$p_3(t) = p_1(t) - p_2(t)$$

де $p_1(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи схеми, що резервується; $p_2(t)$

те саме, але тієї частини схеми, що резервуванню не підлягає.

Аналізуючи схему, знаходимо:

$$P_2(\square\square) = P^{-1} \cdot (1 - 0,13 + 1 \cdot 0,17 + 1 \cdot 0,063 + 1 \cdot 0,250 + 1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,087 + 7 \cdot 0,250) \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 = 0,96$$

тоді:

НУБІП України

$$p_1(t) = p_3(t) / p_2(t) = 0,96 / 0,98 = 0,97$$

Пам'ятаючи, що навантажене резервування - це паралельне з'єднання

однотипних елементів, матимемо:

НУБІП України

$$P_1 = (20 \cdot 0,25 + 2 \cdot 10,25 + 2 \cdot 5,24) \cdot 10^{-6} = 6,126 \cdot 10^{-5}$$

де P_1 - сумарна інтенсивність відмов елементів тієї частини схеми, що підлягає резервуванню.

НУБІП України

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

В БРАГОУСТАНОВЦІ

Копіювання механізмів контролю та контролю автоматично створює поділ батька і знижує собівартість продукції в процесі консолідації

Капітальні витрати - одне з основних значень системи для розрахунку економічної ефективності автоматизації.

Ціна обладнання становить.

$$K = V_m + V_d + V_p + V_s + V_k,$$

там V_s = який буде працювати. - 7960 ціна насоса (1 шт.); V_d = 1890 грн. - вартість (3 шт.); V_p = 4328 грн. - пегулятопа (1 шт.); V_m = 51095

вартість електроприводу AUMA із засувкою в комплекті (1 шт.), V_k = 6752-PLC

$$K = 7960 + 1880 + 4318 + 51085 + 6652 = 71896 \text{ грн.}$$

Зведеним показником ефективності капітальних інвестицій є сума позашкільних активів з урахуванням річних операційних витрат і частки капітальних вкладень, наявних на позначці.

Результат витрати визначається за формулою:

$$V_{zv} = S + E_n \cdot K$$

де V_{zv} - консолідувати витрати, грн./ вгору; S - річна працездатність, грн / рік; E_n - коефіцієнт ефективності номінальних капітальних вкладень, 1/рік; K - капітель зі склом, грн.

Річні експлуатаційні витрати становлять: доступ до плати за технічне обслуговування, S_z ; витрати для ремонту електроенергії для електрифікації та автоматизації, СПТ, Вартість оплати електроенергії, S_e ; пшеничний пластир на допоміжних матеріалах, S_d ; Чисельність обслуговуючого персоналу та

тарифні ставки визначаються відповідно до чисельності обслуговуючого персоналу та норми відволікання $S_{m} = 6,23$ грн./год.).

Кошти заробітної плати обслуговуючих працівників визначаються за:

$$C_z = N \cdot Z \cdot Z_{zm} \cdot T$$

де N - кількість робітників у зміні, $N = 1$; Z - кількість зміни за добу, $Z = 3$; Z_{zm} - середня зарплата переможця в день 500 грн; T - кількість бічних днів, $T = 1$

Підставивши дані у формулу $C_z = N \cdot Z \cdot Z_{zm} \cdot T$, отримуємо:

$$S_z = 1 \cdot 3 \cdot 500 \cdot 84 = 126000 \text{ грн/рік}$$

На ампутаційне розвантаження припадає 14% вартості обладнання.

Витрати на технічне обслуговування обладнання також визначаються у відсотках від стану обладнання.

Споживання електроенергії, визначене сумою споживання електроенергії та енергоспоживання, $(0,168 \text{ грн} / \text{кВт} \cdot \text{год})$: $S_e = 6895$ грн.

Інші прямі стоки становлять 3% від загальної кількості експлуатаційних стічних вод.

$$S = S_z + S_a + S_{pp} + S_e + S_d, S = (126000 + 0,14 \cdot 7671 + 0,05 \cdot 6895 + 4972) \cdot 1,03 = 166030 \text{ грн./рік}$$

Значення капітальних вкладень складають: від балансової вартості за методом B_v ; доставка та монтаж вартості V_m ; прокласти внутрішню проводку; інші капітальні вкладення, пов'язані із впровадженням автоматизації.

Вартість закупівлі засобів автоматизації 65 243 грн.

На доставку, зберігання та монтаж на V вартості припадає лише 15% витрат на автоматизацію.

У вартість проводки входить кабельне вапно і вапно на цюмбу.

Додаткові вітражі приймаються за 2% від капітальних вкладень:

$K_v = V_v + V_m + V_{pp} + V_i$. Персонажі світу
Коли ми змінюємо значення, ми видаляємо:
 $K_v = (65243 + 0,15 \cdot 65243 + 0,11 \cdot 65243) \cdot 1,02 = 82206$

Розрахувати період окупності капітальних вкладень. Термін окупності капітальних вкладень:

$T = K_v = 82206166030$
де K – видалення, пов'язане зі створенням нової системи, грн.
Загальна кількість місяців для нової колони закладу становитиме

півроку.

Таким чином, завдяки розрахункам ми бачимо, що впровадження автоматизації є економічно вигідним.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВОК

Під час виконання дипломного проєкту закріпив та здобув теоретичні знання та відповідно до проєкту розробив систему автоматизації для встановлення брагоректифікації. У дипломному проєкті показав технічну зрілість, знання технологій виробництва, сучасних засобів і систем автоматизації, їх монтажу, ремонту, експлуатації та бюджету господарської частини. Проєкт показав економічність розробленої системи автоматизації та безпеку її експлуатації.

При вирішенні завдань набув досвіду вибору особливостей систем автоматизації, необхідної стабільності, надійності; набути навичок раціонального підбору окремих систем з урахуванням технічної етики, простоти монтажу, безпечної експлуатації та ремонту, розвинена незалежність для вирішення технічних проблем, які стоять перед харчовою промисловістю у сфері автоматизації.

Проведено аналіз сучасних технічних методів автоматизації та в результаті проведено вибірку, описано конструкцію та принцип дії датчиків контролю та регулювання параметрів. Схема автоматизованих технологічних процесів має багато переваг перед неавтоматизованими, оскільки покращує керування процесами.

Удосконалення автоматизації технологічних процесів у обробній промисловості є однією з істотних умов підвищення якості продукції та консолідації ринку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1) Відомості про важливість етилового спирту - [Електронний ресурс].

2) Режим доступу до ресурсу:

<https://www.br.com.ua/referats/Chemistry/26258->

3) Відомості про характеристику процесу виробництва етилового спирту

4) [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу:

<https://ukrbukva.net/page.4.117354-Optimal-niy-spos-b-peregonki->

rektif-kac-spirtu-dlya-zavodu-potuzhn-styu-4000-dal-dobu.html

5) Відомості про вибір автоматичних вимикачів - [Електронний ресурс].

Режим доступу до ресурсу: [https://res.ua/news/jak-vibrati-](https://res.ua/news/jak-vibrati-avtomatichni-vimikachi/)

[avtomatichni-vimikachi/](https://res.ua/news/jak-vibrati-avtomatichni-vimikachi/)

6) Відомості про пневматичні схеми - [Електронний ресурс]. - Режим

доступу до ресурсу: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=19897>

7) Відомості про датчик тиску - [Електронний ресурс]. - Режим доступу

до ресурсу: <http://sae-kip.com.ua/product/apsens-rc-28>

8) Відомості про датчик температури - [Електронний ресурс]. - Режим

9) доступу до ресурсу: <http://metrk.ru/files/products/metran/metran->

10) Відомості про індикатори і БРУ-7 - [Електронний ресурс]. -

Режим доступу до ресурсу: <http://misto1.ua/>

11) Відомості про ЕПП-3324 - [Електронний ресурс]. - Режим

доступу до ресурсу:.

http://www.taurus.com/userfiles/pasporti/instrukciya_preobrazovat

[ei_EP/instrukciya_preobrazovatel_EP.pdf](http://www.taurus.com/userfiles/pasporti/instrukciya_preobrazovat_EP.pdf)

12) Відомості про мембранні виконавчі механізми - [Електронний

ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://metod.contravt.ru/?id=8604>

13) Відомості про датчики витрати - [Електронний ресурс]. - Режим

доступу до ресурсу: <https://new.abb.com/>

14) Розрахунок собівартості продукції [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: http://pidruchniki.com/14990328/finansii/rozrahunok_sobivartosti_i_produkciji

15) Трегуб, В. Г. Проектування систем автоматизації: [Текст]: навчальний посібник. / В. Г. Трегуб; К.: Видавництво Ліра-К, 2015. -

344 с.
16) Ладанюк А. П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник/ Ладанюк А. П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д., - К.: Аграрна освіта, 2014. -

224 с.
17) Відомості про промислову автоматизацію - [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.smart.com>

18) Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І. В. Ельперін; Національний університет харчових технологій. - К.: НУХП, 2005. - 320 с.

19) Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. С. Основи охорони праці: [Текст]: підручник. 5-е вид. / За ред. М. П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384

20) Б. В. Спандров, А. Д. Чудаков Технические средства автоматизации. Издательский центр «Академия», 2017. - 368 с.

21) Автоматизация технологических процессов. Підручник/ Бородин И.Ф., Судник Ю.А., - М: Колос, 2014. - 344 с.

22) Лимарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов: Підручник - М. Академия, 2014. - 352 с.

23) 25 Девисилов В.А. Техника безопасности в электроэнергетических установках: Підручник М.:Академия - 2015. - 147с

24) Відомості про автоматизацію - [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.automationssystem.org>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України