

Баранчук Микола Миколайович, Шельвіка Андрій Михайлович

Дослідження та розробка автоматизованої системи управління
технологічним процесом виробництва квасу

Керівник: д.т.н., проф. Стухляк П.Д.

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини дипломної роботи становить ___ слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає ___ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – ___ друкованих сторінок формату А4.

Дипломна робота складається з восьми розділів, в яких нараховується ___ рисунків та ___ таблиць з даними.

В роботі використано ___ літературних джерел.

У роботі було проаналізовано технологічний процес виробництва квасу. Вивчено основні особливості технологічного процесу та визначено найбільш впливові параметри, які необхідно контролювати для забезпечення високої продуктивності процесу та якості продукції.

Систему керування було реалізовано на базі програмованого логічного контролера М340, який забезпечив можливість повного контролю над процесом виробництва. Для реалізації НМІ авторами використано СКАДА систему Citect 7.0.

Вона дозволяє керувати усіма насосами та подачею компонентів в ємності для виконання процесу виробництва квасу.

Також у системі MATLAB було промодельовано процес бродіння та визначено основні визначальні параметри. Ними є температура та вміст глюкози при бродінні. Метою оптимізації є зменшення кількості мертвої маси при бродінні за рахунок забезпечення оптимального вмісту та температури в центральному танку.

Ключові слова: КВАС, БРОДІННЯ, АВТОМАТИКА, ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	10
<i>1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</i>	12
<i>1.1. Місце квасу у виробництві безалкогольних напоїв</i>	12
<i>1.2. Жито як основна сировина для квасоваріння</i>	14
<i>1.3 Характеристика житнього солоду</i>	16
<i>1.4 Інші види сировини для квасу</i>	18
<i>1.5. Загальна характеристика квасу, асортимент, харчова та біологічна цінність</i>	19
<i>1.6. Аналіз рецептурного складу та технології виробництва квасу</i>	23
<i>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	29
<i>2.1. Характеристика процесу виробництва квасу</i>	29
<i>2.2 Особливості розмелювання зернових продуктів при виробництві KKS з сировини різної природи</i>	30
<i>2.3 Способи виробництва квасного сусла</i>	33
<i>2.4 Способи бродіння квасного сусла та змішування</i>	35
<i>2.5. Огляд технології приготування квасу з KKS</i>	37
<i>3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА</i>	41
<i>3.1 Розробка функціональної схеми автоматизації виробництва квасу</i>	41
<i>3.2 Підбір обладнання для реалізації системи керування</i>	46
<i>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</i>	50
<i>4.1. Модельні рівняння та описи. Модель росту</i>	51
<i>4.2 Алгебраїчні рівняння</i>	53
<i>4.3 Входи моделі</i>	54
<i>4.4 Моделювання без регулювання температури</i>	57
<i>4.5 Реалізація контролера</i>	61
<i>4.6 Обговорення результатів. Параметри росту</i>	63
<i>4.7 Поживні речовини</i>	64
<i>4.8. Сивушні спирти</i>	65
<i>4.9. Дикетони</i>	66
<i>5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</i>	67
<i>5.1 Опис характеристик мікропроцесорного контролера Schneider Electric M340</i>	67
<i>6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</i>	79
<i>7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</i>	91

<i>7.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління</i>	<i>91</i>
<i>7.2. Загальна характеристика приміщення і робочого місця.....</i>	<i>92</i>
<i>7.3. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів на робочому місці</i>	<i>94</i>
<i>7.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....</i>	<i>96</i>
8 ЕКОЛОГІЯ.....	99
<i>8.1. Актуальність екологічних проблем.....</i>	<i>99</i>
<i>8.2. Етапи та техніка збору та обробки екологічної інформації.....</i>	<i>100</i>
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	104
БІБЛІОГРАФІЯ.....	105

ВСТУП

Хлібний квас має свою багатовікову історію і по праву вважається українським національним напоєм. Перша згадка про нього є в літописі – у 988 році з нагоди хрещення киян князь Володимир наказав роздати їм їжу та напої: мед в бочках та хлібний квас.

За старих часів готували хлібні, фруктові, ягідні, медові та інші кваси. Сировиною для виробництва квасу були жито, ячмінь, пшоно, гречка, фрукти, ягоди, мед, цукор, різні прянощі, трави, коріння і т. д. З цієї сировини готували сусло (водний екстракт), який потім зброджували.

На Україні було більше ніж 150 рецептів квасів: квас Солодкий, Кислий, Старовинний, Північний, Весняний, Ароматний, Темний, Білий, Селянський, Сухарний, М'ятний, Квас для окрошки, кислі Щі, Монастирський, Його Імператорської Величності Семенівського полку, квас з хроном, кмином, запашний квас, Боярський, Сільський, Козацький, Волзький, Київський, Воронежський, Московський, Брусничний, Журавлинний, Морошковий, Горобиний і Барбарисовий, Вишневий, Малиновий, Суничний, Смородиновий, Абрикосовий, Лимонний, Апельсиновий, Імбирний, Фруктовий та інші.

Незважаючи на велике поширення квасу, технологія приготування його була примітивна, а квасоварильні заводи характеризувалися невеликою потужністю та переважним використанням ручної праці. При переробці хлібної сировини (сухарі, квасні хлібці, борошно, солод і т. д.) в процесі виробництва квасу втрачалося до 30 % екстрактивних речовин, тобто речовин, здатних при затиранні (змішуванні подрібнених зернопродуктів з водою) переходити в розчин.

Сучасний хлібний квас за смаковими, спрагогамуючими й освіжаючими властивостями – один з кращих слабоалкогольних напоїв. Він

містить діоксид вуглецю, спирт й молочну кислоту, що утворилися під час бродіння та обумовлюють гостроту смаку. Квас володіє освіжаючою дією, а також містить корисну для організму людини мікрофлору (дріжджі та молочнокислі бактерії), вітаміни (B1, B2, PP, D, пантотенову кислоту), макро- та мікроелементи (Fe, K, Na, Ca, Mg, P, S, Cl, Mo).

Квас – відносно калорійний напій, в 1 л якого міститься 840-1260 кДж (200-300 ккал). Живильною основою хлібного квасу є вуглеводи (сахароза, мальтоза, декстрини) та аміний азот. Комплекс зазначених компонентів з вуглеводами й амінокислотами визначає корисність хлібного квасу. Крім того, відомо, що молочнокислі бактерії і продукт їхньої життєдіяльності – молочна кислота – стабілізують дію шлунково-кишкового апарату людини, пригнічуючи і знешкоджуючи хвороботворні мікроорганізми та регулюючи кислотність шлунка. Квас сприяє обміну речовин, регулює функції центральної нервової системи, сприяє окислювально-відновним процесам при диханні живих клітин, нормальному розподілу солей у кісткових тканинах, а також поліпшує діяльність серцево-судинної системи. Діоксид вуглецю підсилює секрецію та покращує засвоєння їжі. Хлібний квас підвищує апетит людини.

Зараз перед квасоварильною галуззю стоять великі завдання по впровадженню нової ефективної техніки й технології, здатних забезпечити повне та комплексне використання сільськогосподарської сировини, здійснити комплексну механізацію й автоматизацію виробничих процесів, провести необхідні заходи щодо економії енергоресурсів та води.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Місце квасу у виробництві безалкогольних напоїв

До безалкогольних напоїв відносять насичені двооксидом вуглецю (газовані) і без нього (негазовані) водні розчини сумішей цукрового сиропу або цукрозамінювачів, плодоовочевих соків натуральних або спиртованих, екстрактів плодово-ягідних, овочевих, з рослинної і зернової сировини, настоїв трав, прянощів, цитрусових, вин, есенцій, ароматизаторів, концентрованих основ для напоїв, барвників, харчових кислот, біологічно активних речовин та інших компонентів.

На заводах безалкогольних напоїв роблять також слабоалкогольні напої — газовані і негазовані. Об'ємна частка етилового спирту в них від 1,5 до 9,0 %. Вони приготовлені з води, соків, концентратів соків, продуктів бджільництва; спиртів виноградних, плодових, етилового; настоїв і екстрактів рослинної сировини; цукру або його замінників; харчосмакових і ароматичних добавок; барвників і інших компонентів.

Безалкогольні напої класифікують:

- за зовнішнім виглядом: рідкі - прозорі і замутнені; концентрати - порошкоподібні суміші в споживчій тарі;
- за використовуваною сировиною: ті, що мають сік, - соки і лимонади; пряно-ароматичні; ароматизовані; зернові; спеціальні - лікувальні, вітамінізовані і низькокалорійні;
- за ступенем насичення двооксидом вуглецю: газовані, середньо - газовані, слабогазовані;
- за способом обробки: пастеризовані і не пастеризовані; із застосуванням консервантів і без них; холодного і гарячого розливу; асептичного розливу.

Напої спеціального призначення реалізують визначеним категоріям споживачів (діти, спортсмени, хворі й інші) як лікувально-профілактичні засоби.

Хлібний квас – це коричневий напиток із приємним ароматом житнього хліба і солодкувато-кислим смаком – це продукт неповного зброджування дріжджами і молочно-кислими бактеріями суслу, виготовленого із екстракту квасних хлібців. Квасні хлібці виробляють із суміші подрібненого житнього (65,5%), ячмінного (10,5%) солоду та житньої муки (25%). Після випічки хлібці ріжуть, висушують і в подрібненому вигляді переробляють далі. Концентрати квасного суслу виготовляють із 90% сухого червоного і 10% зеленого житнього солоду. Цю суміш подрібнюють і затирають за настійним способом. Підвищуючи температуру від 35 до 750С. з витримкою приблизно 90 хв. при температурі 40, 50, 62. 700С.

Після фільтрування сусло концентрують в вакуум-апаратах до 72%. Концентрат має темно-коричневий колір, кисло-солодкий смак і аромат житнього хліба.

Квасне сусло готують шляхом розведення концентрату теплою водою до 1,4-1,6 % сухих речовин. При цьому спочатку вводять 70% концентрату, а 30 % - після бродіння при купажуванні. Сусло із подрібнених хлібців або сухого квасу готують двох-, трьохкратним настоюванням в гарячій воді в спеціальному апараті. Потім його фільтрують через сито. Охолоджують до 250С і зброджують в бродильному апараті.

При раціональному способі подрібнений житній солод (54%) і житню муку (34%) змішують з водою у співвідношенні 1:1 і розварюють 2-2,5 год. під тиском 0,03 МПа. Розварену масу видувають в воду, набрану в заторний апарат, і оцукрюють її дробленим ячмінним солодом (12%) при температурі 66-700С, фільтрують, декантують або сепарують, охолоджують в теплообміннику і переміщують у бродильний апарат для зброджування.

Збродження квасного сусла здійснюється у бродильно-купажній апаратах, в які воно поступає після теплообмінника. Купажування перед бродінням передбачає введення 25% цукрового сиропу для підвищення вмісту сухих речовин приблизно до 3,0% і закваски, що складається із дріжджів та молочно-кислих бактерій. Бродіння проводять при температурі 28-30°C протягом приблизно 12 год, коли концентрація СР знизиться до 1%. Дріжджі і бактерії відділяють декантацією у дріжджевідділювачі і купажують, вводячи в цей же апарат 75% цукрового сиропу. Декантат дріжджевідділювача можна використовувати повторно при бродінні. А потім він реалізується на корм.

У хлібному квасі вміст сухих речовин доводять до 5,4%, охолоджують до 60°C і розливають.

1.2. Жито як основна сировина для квасоваріння

Жито є основною сировиною для виробництва солоду, концентрата квасного сусла, кислого квасу. Її використовують у вигляді: житнього борошна; житнього ферментованого солоду; житнього неферментованого солоду.

Будова зерна жита аналогічна будові зерна ячменю. Відмінність в будові і хімічному складі зерна жита полягає в тому, що жито є голозерною культурою, половина і насіннева оболонка її видаляються при обмолоті. Цим визначаються відмінності в складі жита і ячменю і особливості переробки жита. Зерна жита різних сортів мають забарвлення жовте, зелене, коричневе, фіолетове, що обумовлено присутністю пігментів. Ендосперм буває борошністим і напівскловидним. Зерна, що мають сортове забарвлення зеленого кольору, як правило, великі, у них тонка оболонка, обсяг, який обіймає ендоспермом, відносно великий, тому сорти жита з

зернами зеленого кольору вважаються найбільш придатними для квасоваріння.

Середній хімічний склад зерна жита, використовуваної для виробництва квасу: крохмаль 57,7 ... 63,5%, некрохмальні полісахариди (пентозани, -глюкан, фруктозан) 24 ... 26%, білок 9 ... 20%, мінеральні речовини 1,5 ... 2,0%. Для порівняння: в ячмені некрохмальних полісахаридів 14 ... 16%.

Білки зерна жита містять відносно багато незамінних амінокислот - лізину, треоніну, фенілаланіну, що робить їх бо-лее цінними в живильному відношенні, ніж білки зерна пшениці та ячменю.

При гідролізі некрохмальних полісахаридів жита в процесі солодавиращування накопичується велика кількість низькомолекулярних цукрів: пентоз, глюкози, фруктози. При сушінні солоду пентози найбільш активно, в порівнянні з іншими цукрами, вступають в реакцію меланоидинообразования, в результаті якої накопичуються летючі проміжні продукти певного складу: альдоль, кетони, альдегіди, які надають солоду специфічний аромат житнього скоринки хліба, а також велика кількість фарбувальних речовин - меланоидинов. Сусло, отримане з житніх зернопродуктів, дуже ароматну, має інтенсивний колір.

Саме тому жито є основною зерною культурою для виробництва квасу, яку ніякий інший злак не може повноцінно замінити.

Жито для виробництва житнього солоду повинно відповідати таким основним вимогам: волога - не більше 15,5%; вміст смітної і зернової домішки - не більше 5%; здатність проростання - не менше 92%.

Крім того, вміст білка в ній повинно бути не менше 12% для отримання фарбувальних і ароматичних речовин в солоді, екстрактівність не менше 70%.

У квасоварильному виробництві використовується хлібопекарське житнє борошно 95% -ного шпалерного помолу, тобто без відбору висівок, з цільного зерна, з виходом борошна 95 ... 97% від маси зерна.

Органолептичні показники:

- колір - сірувато-білий з помітними частинками оболонки зерна;
- запах - властивий нормальній борошну, без запаху цвілі, затхлості та інших сторонніх запахів;
- смак - властивий нормальній борошну, без кислуватого, гіркуватого і інших сторонніх присмаків;
- мінеральні домішки - при розжовування борошна не повинно відчуватися хрускоту на зубах.

Фізико-хімічні показники:

- масова частка вологи не більше 15%;
- масова частка зольності не більше 2%, але не менше, ніж на 0,07% зольності чистого зерна до помелу;
- крупність помелу - залишок на металлотканом ситі № 067 не більше 2%; прохід через шовкове сито № 38 не менше 30%;
- металодомішок на 1 кг борошна не більше 3 мг;
- зараженість борошна амбарними шкідниками або наявність слідів зараження не допускається.

1.3 Характеристика житнього солоду

Житній солод використовується для отримання основного напівфабрикату квасу: концентрату квасного суслу.

Його виробляють двох видів: ферментований і неферментований. Неферментований солод отримують за технологією, близькою до технології ячмінного солоду. Сушать при максимальній температурі 60 ° С, щоб зберегти накопичені гідролітичні ферменти.

Особливістю технології ферментованого солоду є стадія томління (або ферментації) після пророщування. Свежепроросшого зерно жита з вологістю 52 ... 55% укладають в купи для зігрівання або підігривають на грядках, при цьому за рахунок інтенсивного дихання температура піднімається до 55 ... 60 ° С. Нагромаджені при пророщування ферменти каталізують гідроліз крохмалю, білків, некрохмальних полісахаридів з утворенням цукрів і амінокислот, з яких при сушінні утворюються фарбувальні й ароматичні речовини.

Органолептичні показники сухого житнього солоду в зернах і розмеленого (неферментованого та ферментованого):

-Зовнішній вигляд. Однорідна зернова маса, яка не містить запліснявілих зерен, або маса розмеленого солоду, яка не містить цвілі.

-Колір. Світло-жовтий з сіруватим відтінком (для неферментованого) або від коричневого до темно-бурого з червонуватим відтінком (для ферментованого).

Запис. Властивий даному типу солоду. Не допускаються - запах гнилі і цвілі.

Смак. Солодкуватий (для неферментованого) або кисло-солодкий, нагадує смак житнього хліба. Не допускаються - пригорілий, гіркий і ін. (Для ферментованого).

Сухий житній солод, в зернах або розмелений, упаковують мас-сой по 50 кг - 1% в тканинні мішки, які повинні бути чистими, сухими, без запаху, не зараженими шкідниками. Допускається відгрузка сухого солоду в зернах насипом

1.4 Інші види сировини для квасу

У виробництві квасу використовуються, крім житнього солоду і житньої муки, інші зернопродукти: сухий ячмінний солод в якості джерела ферментів, ячмінна і кукурудзяна борошна як несоложеним сировину.

Кукурудзяне борошно має високу екстрактність, однак вона не счітається повноцінною заміною житнього борошна, тому що не дає необхідні смакові характеристики квасу, що отримується з її використанням. Кукурудзяна борошна може бути великого або тонкого помелу. Вона повинна мати білий або жовтий колір, запах, типовий для нормальної борошна, без запаху цвілі. Вологість кукурудзяної муки повинна бути не більше 15%, вміст золи не більше 1,3% для борошна грубого помелу і 0,9% для борошна тонкого помелу, вміст жиру не більше 3% для борошна грубого помелу і не більше 2,5 % для борошна тонкого помелу.

Як джерела ферментів у виробництві концентрату квасного суслу застосовують ферментні препарати мікробного походження, наприклад, такі вітчизняні ферментні препарати:

- цитолитические - целловиридина Г20х, Цитороземин П10х, Ксілоглюканофетідін П10х. Їх застосовують для підвищення виходу екстракту, зниження в'язкості затору і суслу, прискорення фільтрування затору; витрата препаратів градації П10х - 0,020 ... 0,025% до маси сировини, градації Г20х - 100 ... 180 г / т сировини;

- амилолитические - Амилоризин Г10х - для підвищення вмісту зброджуваний цукрів в суслі, витрата - 200 ... 280 г / т сировини; Амилосубтілін Г10х - для розрідження затору, полегшення і прискорення оцукрювання крохмалю, витрата - 240 ... 280 г / т сировини [6].

1.5. Загальна характеристика квасу, асортимент, харчова та біологічна цінність

Кваси є слабоалкогольними освіжаючими напоями – продуктами незакінченого молочнокислого й спиртового бродіння. Вони мають солодко-кислий смак, специфічний запах та колір, від світло- до темно-коричневого. Сировиною для виробництва хлібного квасу служить сухий житній (томлений або ферментований) солод, а також сухий ячмінний солод, житнє борошно, або квасні хлібці або сухий квас і цукор. [7]

Багатовіковий досвід показав, що квас сприяє збереженню здоров'я і підвищує працездатність. Ще в 1913 році В. С. Сотніков підтвердив, що в квасі гинуть тифозні й паратифозні мікроорганізми. [7]

Великий російський хімік Д. І. Менделєєв писав, що «російський квас з його кислотністю та здоровим ситним смаком потрібен всім». [8]

Якщо врахувати, що поряд з мікроелементами в квасі міститься більше 10 амінокислот, і з них 8 незамінних, то значення квасу стає ще більш вагомим. За дією на організм людини квас подібний до кефіру, кислого молока, кумису й ацидофіліну.

Що стосується дріжджів, що входять до складу квасу, то ці одноклітинні організми, які не містять хлорофілу, вважалися мало не панацеєю від усіх недуг і широко використовувалися при затримці росту у дітей, недостатності молока у годуючих матерів, лікуванні різних інфекцій, запальних процесів, розладах шлунка, кишечника, порушенні діяльності органів дихання і кровотворення. Їх вважають прекрасним лікувальним засобом при цукровому діабеті, дифузному токсичному зобі, ентероколітах, нервових захворюваннях, рекомендують при порушеннях функції печінки та підшлункової залози, при атрофії зорового нерва, пігментному ретиніті, фурункульозі, остеомієліті і в багатьох інших випадках.

Зараз більшість фахівців пояснює багатогранну терапевтичну дію дріжджів тим, що до їх складу входять вітаміни та незамінні амінокислоти, білки, які засвоюються організмом людини на 80...90 %, тобто краще, ніж білки м'яса. Однак лікарі не радять пити квас хворим на виразкову хворобу, хронічний гастрит з підвищеною кислотністю, хворим колітом і ентеритом, подагру, людям, які страждають захворюваннями печінки. Для них підійде неферментований солодовий екстракт. [8]

Асортимент квасів та напоїв на хлібній сировині, що випускаються безалкогольною промисловістю, представлений наступними найменуваннями:

– кваси, що виробляються методом бродіння:

хлібний, для окрошки, Дніпровський, хлібний для працівників гарячих цехів, Яблучний;

– кваси пляшкового розливу та напої з хлібної сировини:

кваси – Російський, Московський, Литовська, Ароматний, Медовий, М'ятний, квас з хрінном; напої на хлібній сировині – «Здоров'я», «Осінь», «Останкінський», «Ризький солодовий», «Богатирський» та інші.

Кваси, що готуються методом бродіння, являють собою продукт незакінченого спиртового й молочнокислого бродіння квасного сусла, одержуваного із суміші екстрактивних речовин хлібної сировини або яблучного екстракту та цукрового сиропу з додаванням до деяких їх видів молочної сироватки, аскорбінової кислоти, хлориду натрію, хлориду кальцію, кальцію фосфорнокислого.

Кваси пляшкового розливу та напої з хлібної сировини – непрозорі, коричневого кольору, кисло-солодкі на смак або мають приємну гірчинку (наприклад, напої «Здоров'я» і «Ризький солодовий»). Смак і аромат їх залежать від використаної сировини та різних добавок: хлібний (кваси Московський, Російський), солодовий (напої «Здоров'я», «Ризький солодовий»), з медовим відтінком (квас Медовий, напій «Останкінський»), із

запахом кмину (квас Литовський) та інші. [7]

Поживна цінність 1 дм³ квасу складає 1000-1179 кДж (240-280 ккал). [9]

Кваси добре втамовують спрагу, містять спирт, діоксид вуглецю, молочну та оцтову кислоти, азотисті речовини, цукор, декстрини, мінеральні речовини, вітаміни В та D.

Таблиця 1.1

Характеристика показників якості квасів, що готуються методом бродіння

Квас	Масова частка, %		Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³ квасу	Стійкість квасу при 20 °С, діб
	сухих речовин	спирту		
Хлібний:				
на підприємстві	5,8...5,4	0,4...0,6	2,0...4,0	-
в торговельній мережі	5,2...4,2	0,7...1,2	2,0...4,5	2
Для окрошки:				
на підприємстві	3,2...3,0	0,4...0,5	2,0...4,0	-
в торговельній мережі	2,8...1,6	0,6...1,2	2,0...5,0	2
Хлібний для гарячих цехів:				
на підприємстві	5,8...5,4	0,4...0,6	3,0...4,0	2
в торговельній мережі	5,2...4,2	0,7...1,2	3,0...4,5	2

Концентрати та екстракти квасів виробляються на основі ККС і призначені для реалізації населенню або для виробництва напоїв на зерновій сировині для пляшкового розливу шляхом змішування з газованою водою.

Випускається концентрат збагаченого квасного суслу (КЗКС) з додаванням згущеної молочної сироватки для виробництва квасу. Сухих речовин у ньому 67 %, кислотність (30±10) см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 г концентрату.

Таблиця 1.2.

Характеристика фізико-хімічних показників квасів пляшкового розливу
напоїв на хлібному квасі

Показники	Квас Російський	Квас Московський	Квас Ароматний	Квас Кмінний	Квас Литовський	Квас з хрінном	Квас М'ятний	Напій «Здоров'я»	Напій «Осінь»
Масова частка сухих речовин, %	10,0	7,3	8,2	8,2	10,0	10,0	10,0	14,0	16,5
Кислотність, см3 розчину гідроокису натрію концентрацією 1 моль/дм3 на 100 см3 квасу (напою)	3,5	3,0	2,0	3,0	3,0	3,5	3,5	2,9	3,5
Масова частка диоксиду вуглецю, %, не менше	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Стійкість квасу (напою) при 20 °С, діб	5	3	3	5	5	5	5	5	5

Асортимент концентратів для виробництва напоїв на зерновій сировині пляшкового розливу та екстрактів квасів досить великий. Найбільш поширені наступні:

- Концентрат квасу (для реалізації населенню) з додаванням цукрового сиропу й молочної кислоти;
- Концентрат з додаванням цукрового сиропу й лимонної кислоти;
- Концентрат з додаванням цукрового сиропу й молочної кислоти;
- Екстракт окрошковий квасного напою з додаванням цукру, молочної кислоти, кухонної солі, гірчиці та ефірного кропового масла; призначений для реалізації населенню та на підприємствах масового харчування;

– Екстракт квасу для окрошки з додаванням цукрового сиропу, колеру.

Концентрати та екстракти квасу використовуються для виробництва квасних напоїв, які отримують за технологією безалкогольних напоїв. [7]

Висока харчова цінність квасу обумовлена вмістом у ньому необхідних хімічних елементів. У 100 г житнього зерна входить 80 мг кальцію, 340 мг фосфору, до 13 мг заліза, 1,8 мг міді, до 8 мг марганцю, 5 мг молібдену, 3,5 мг цинку, 11 мг кобальту, 0,2 мг вітаміну В6 стільки ж каротину, піридоксину та рибофлавіну, 1,2 мг вітаміну РР, до 2 мг вітаміну Е, 2 г білків, 50 г вуглеводів, 2 г золи, 3 г органічних кислот. [8]

1.6. Аналіз рецептурного складу та технології виробництва квасу

Сировиною для виробництва хлібного квасу є житній солод, житнє борошно, ячмінний солод, цукор та інші продукти. Основні стадії його виробництва включають: отримання житнього солоду, приготування квасного сусла, зброджування квасного сусла та купажування квасу.

Квасне сусло отримують декількома способами в залежності від сировини, що використовується: настійним, раціональним та з концентрату квасного сусла.

Настійний спосіб полягає у екстрагуванні розчинних речовин з подрібнених квасних хлібців шляхом дво- або триразового настоювання в гарячій воді. [6]

Однократним настоюванням можна витягти близько 50 % екстрактивних речовин, тому проводять трикратне настоювання за $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, тому що більш висока температура надає суслу смак вареного продукту.

Для настоювання в настійний чан набирають гарячу воду, засипають при перемішуванні сухий квас, ретельно перемішують і настоюють певний

час, зливають отримане сусло й знову заливають водою. Температура води для першого настоювання 80-90 °С, для другого та третього – 70 °С.

Тривалість перемішування при першому заливі 30 хв., при другому та третьому – 20 хв.; тривалість настоювання для отримання першого сусла – 1,5...2 год., другого сусла – 1,5 год., третього сусла – 1 год. Отримані три сусла охолоджують до 25 °С, змішують і направляють на бродіння. Загальне сусло повинно містити не менше 1,5 % сухих речовин; кількість сусла за об'ємом має дорівнювати об'єму приготованого квасу.

Приготування квасного сусла настійним способом проводять в нескладному обладнанні (настійний чан), і тому цей метод застосовується переважно на малих підприємствах. [7]

Раціональним способом квасне сусло отримують шляхом попереднього запарювання під надлишковим тиском протягом 2 год. житнього дробленого ферментованого солоду та житньої муки. [6]

Сусло готують у запарнику, в який засипають житній солод і житнє борошно та наливають гарячу воду в кількості 40-100 % від маси заданих хлібних припасів. Вміст запарників при безперервному перемішуванні прогрівають паром протягом 2 год. під тиском 0,15-0,2 МПа. При розварюванні утворюються меланоїдини з приємним запахом. Розварену масу розріджують холодною водою і передають в заторний чан, куди попередньо наливають воду з температурою 55 °С та засипають ячмінний солод. Під дією амілолітичних ферментів солоду крохмаль перетворюється на мальтозу та декстрини.

Процес оцукрювання проводять при перемішуванні й наступному режимі: підігрів затору до 65 °С, витримка протягом 60 хв.; підігрів до 72 °С, витримка протягом 20 хв.; підігрів до 80 °С, витримка протягом 10 хв. У першому періоді оцукрювання при 64 °С розпадаються крохмаль і декстрини до мальтози. У наступних періодах крохмаль розріджується і накопичуються

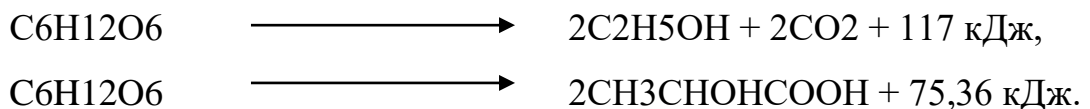
декстрини. Після закінчення оцукрювання сусло відділяють від гущі фільтрацією в фільтраційному чані або сепарацією. Сусло передають до збірки, а гущу заливають водою при температурі 60-70 °С, розмішують та отримують друге сусло, яке приєднують до першого, іноді отримують і третє сусло. Загальне сусло повинно містити не менше 1,5 % сухих речовин; кількість сусла за об'ємом має дорівнювати об'єму приготованого квасу. Сусло охолоджують до температури 25 °С і передають на бродіння.

В даний час проводяться дослідження і розробляються технологічні режими одержання квасного сусла з житнього й ячмінного солоду з додаванням житнього борошна за режимами пивоварного виробництва.

Переваги раціонального способу:

- більш високий вихід екстрактивних речовин, що знижує витрати сировини на приготування квасу на 27%;
- нижче витрати ручної праці та виключена трудомістка операція приготування квасних хлібців. [2, с. 30]

Отже, в основі технології виготовлення квасів лежать анаеробні процеси незавершеного спиртового й молочнокислого бродіння. Сумарні рівняння цих процесів із зазначенням кількості теплоти, що виділяється, наведені нижче:



Теплота, яка виділяється в ході бродіння, відводиться з апарата через теплообмінники, куди надходить холодоагент. Бродіння проводять за $t = 30$ °С. [5, с. 49]

1. Солодування – (англ. *malting*) процес приготування солоду, під час якого відбувається перетворення вуглеводів в форму, сприятливу для їх

розщеплення дріжджовими клітинами в алкоголь та вуглекислий газ. Зерно (ячмінь, жито та ін.) занурюють у воду, пророщують, потім сушать для перетворення нерозчинного крохмалю в розчинні речовини й цукор.

2. Купажування – (фр. *courage*) змішування зброженого сусла з цукровим сиропом та колером.

Технологічний процес виробництва хлібного квасу методом бродіння складається з наступних стадій: приготування сусла → приготування цукрового сиропу та колеру → приготування комбінованої розводки чистих культур дріжджів й молочнокислих бактерій → бродіння сусла → купажування зброженого сусла → розлив квасу.

Бродіння квасного сусла на більшості заводів ведуть у відкритих бродильних чанах. Після зливу загального сусла у бродильний чан додають 25 % цукру від кількості, передбаченого рецептурою у вигляді цукрового сиропу концентрацією 60...65 % сухих речовин і добре перемішують. Потім вносять комбіновану закваску з чистих культур дріжджів й молочнокислих бактерій. Бродіння ведуть до зниження кислотності до 2,0...2,5 см³ 1 н розчину лугу на 100 см³ квасу. Підтримують температуру 25...28 °С. Тривалість бродіння становить 14...16 год.

Після закінчення бродіння необхідно зброжене сусло ретельно відокремити від більшої частини дріжджів, для чого його охолоджують у бродильному чані до 6 °С. При цьому дріжджі осідають на дно чана і зброжене сусло обережно, не зачіпаючи дріжджового осаду, передають до бродильно-купажного чану.

Скупажований квас ізобарично розливають в автоцистерни або бочки. Хлібний квас, отриманий в закритих бродильних чанах, можна розливати і в пляшки. Купажування полягає у змішуванні зброженого квасу з цукровим сиропом та колером. Для цього в зброжене сусло в бродильно-купажному чані додають решту цукрового сиропу і, в разі необхідності, колер. Суміш

ретельно перемішують вуглекислим газом і витримують у купаному чані при охолодженні 30...60 хв., при цьому квас охолоджується і частки хлібних припасів, що потрапили зі збродженого сусла з бродильного чану, осідають, одночасно з цим, дріжджі, що залишилися, активізуються за рахунок додавання цукру.

Технологія виробництва квасу пляшкового розливу включає наступні стадії: приготування цукрового та купажного сиропів → приготування колеру → насичення води діоксидом вуглецю → розлив квасу.

Зараз квасне сусло готують в основному з концентрату квасного сусла (KKS), концентратів квасів, концентрату збагаченого квасного сусла, екстракту окрошкового квасу, які отримують на спеціалізованих заводах із ферментованого та неферментованого житнього солоду, ячмінного солоду з додаванням житнього, кукурудзяного або ячмінного борошна.

Отримання квасного сусла з концентрату квасного сусла – найбільш прогресивний спосіб з мінімальними втратами сухих речовин. Сусло для бродіння готують з використанням 70 % концентрату від розрахункової кількості, 30 %, що залишилися, вносяться після зброджування для ароматизації квасу.

Концентрат квасного сусла спочатку розбавляють в чані попередньої розводки водою з температурою 30...35 °С у співвідношенні 1:(2...2,5), потім перекачують в апарат для бродіння, де доводять водою до масової частки сухих речовин 1,4...1,6 %. Сюди ж вносять цукровий сироп у кількості 25 % від розрахункового, щоб не допустити надмірного накопичення спирту при бродінні. Для зброджування у циліндро-конічному бродильному апараті (ЦКБА) розбавлений KKS пастеризують.

Вміст сухих речовин у суслі не повинен бути меншим ніж 2,5 % для хлібного квасу та 1,6 % – для окрошкового квасу.

Концентрат квасного сусла погано розчиняється в холодному квасі, тому сусло найчастіше отримують з усієї кількості KKS.

Концентрат квасного сусла, концентрати та екстракти квасів повинні бути виготовлені відповідно до вимог стандарту за рецептурами та технологічними інструкціями з дотриманням санітарних норм і правил, затверджених у встановленому порядку. [8]

Масова частка токсичних елементів після розведення концентратів та екстрактів водою у співвідношенні, передбаченому рецептурою, не повинна перевищувати наступних значень: свинцю – 0,3 мг/кг, кадмію – 0,03 мг/кг, миш'яку – 0,2 мг/кг, ртуті – 0,005 мг/кг, міді – 0,5 мг/кг, цинку – 10,0 мг/кг, заліза – 15,0 мг/кг. Наявність сторонніх домішок не допускається.

Відомі два варіанти приготування хлібного квасу: з використанням першого квасного сусла та з використанням 10%-ного концентрату, який отримують згущенням першого, другого та третього сусла у вакуум-апараті. Другий спосіб найбільш прогресивний, тому що має ряд переваг: централізація виробництва, спрощення технології, однорідність якості.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика процесу виробництва квасу

В загальному при виробництві квасу, власне кажучи, в основу процесу закладено процес виробництва на основі концентрованого квасного сусла (KKS).

KKS - це продукт, отриманий випаровуванням та термічною обробкою, зазвичай, квасного сусла із житнього солоду, в інших випадках з житнього борошна, а при їх відсутності, зазвичай, з інших зернових. KKS є найбільш підходящим видом, власне кажучи, сировини для виробництва квасу. Переваги використання KKS є очевидними порівняно з чистим зерном:

- Випускається на спеціалізованих, власне кажучи, фабриках або майстернях, завдяки чому має відносно стійкий склад;
- має досить великий та зручний термін зберігання;
- можна перевозити в грузовому транспорті на великі відстані;
- безумовно, мінімальні втрати при використанні у виробництві квасу.

Традиційно KKS виготовляли, втім, з житнього зернового продукту: ферментованого житнього, втім, та неферментованого, зокрема, солоду, безумовно, та житнього, втім, борошна. Однак бажання виробників підвищити ефективність виробництва KKS призвело до того, що до складу рецептур стали включати ячмінне та кукурудзяне борошно. Усі ці види зернових продуктів дозволені, власне кажучи, діючим стандартом на KKS.

В даний час, зазвичай, концентрат, зокрема, квасного сусла виробляється великою кількістю підприємств, безумовно, за різними схемами, що відрізняються набором сировини, технології та обладнання для його виробництва, а, отже, продукт отримують, власне, з різним складом та характеристиками.

Найпоширеніші 2 схеми виробництва KKS:

- із свіжопророщеного житнього солоду та, власне, житнього борошна;
- із суміші сухих зернових продуктів: житнього та ячмінного солоду та, власне, житнього борошна; житнє борошно можна замінити, зазвичай, кукурудзяним або ячмінним борошном.

Кукурудзяне борошно, як правило, містить мало білків і полісахаридів також без крохмалю, тому концентрат, отриманий при його вживанні, як правило, має недостатнє забарвлення, порожній смак. Така заміна житнього борошна кукурудзяним, на нашу думку, не може бути завершеною.

2.2 Особливості розмелювання зернових продуктів при виробництві KKS з сировини різної природи

Етап виробництва KKS:

- а) підготовка зернових продуктів;
- б) розмелювання зернових продуктів;
- в) фільтруючий затор і кипляче сусло;
- г) випаровування квасного сусла;
- д) термічна обробка KKS;
- д) заливання KKS.

Особливості приготування та розмелювання зернових продуктів, вочевидь, залежать від набору сировини, що використовується, на нашу думку, у виробництві KKS. Розглянемо основні схемиприготування, яких є дві:

- 1) із свіжопророщеного житнього солоду,
- 2) із суміші сухих зернових продуктів.

За першою схемою до складу, втім, зернових продуктів входить 50% свіжопророщеного, втім, житнього солоду та 50% житнього борошна. Власн, для гідролізу крохмалю та некрохмальних, вочевидь, полісахаридів сировини

під час розмелювання додають Хітероземін Рх та Амілоризин Рх по 0,5 мас. % сировини; можуть використовуватися інші ферментні препарати, зокрема, з амілолітичною та цитолітичною активністю.

Солод отримують, зокрема, за звичайною схемою: його замочують протягом 24 годин, на нашу думку, при температурі від 18 до 20 °С до вологості 45%, проростають протягом від 3 до 4 днів при, на нашу думку, температурі 14 ... 18 °С, потім зерно переносять, власне, у тушковану камеру, де підтримують температуру за допомогою нагрівача від 55 до 60 °С або підвищують температуру шляхом самонагрівання, власне, за рахунок, зазвичай, збільшення шару солоду. Тушкування проводять, власне кажучи, протягом від 3 до 4 днів, потім солод подають, зокрема, для подрібнення в молотковому млині, власне, або верху і змішують з водою (1: 3 ... 4) у вані з пюре.

Житнє борошно не готується, зокрема, до впливу ферментів, тому його попередньо готують. Борошно змішують, зазвичай, з водою (1: 4), додають суспензію ферментних препаратів, власне кажучи, для її розведення, витримують від 20 до 30 хв при 70 °С і кип'ятять від 30 до 40 хв у пюре. Або при надлишковому тиску 0,3-0,4 МПа, що відповідає температурі, вочевидь, близько від 130 до 140 °С.

Варене борошно перекладають у кашку, охолоджують, власне кажучи, до температури від 75 до 80 °С і солодовий пюре відкачують. При перемішуванні вводять, втім, ферментні препарати і підтримують паузи: від 50 до 52 °С - від 40 до 60 хвилин, 63 °С - від 1,5 до 2 години, 70 °С - від 1,5 до 2 годин, при 75 °С - від 30 до 40 хвилин, перевірити повноту оцукрювання і перенести на фільтрування.

За другою схемою до складу зернових продуктів входить від 35 до 42% житнього ферментованого або, власне, неферментованого солоду, 50% житнього борошна, від 8 до 15% ячмінного солоду як джерела ферментів. Від

40 до 50% житнього борошна можна замінити кукурудзяним або 25% ячмінним борошном.

Подрібнені зернові продукти змішують у 3 регульованих, на нашу думку, ємностях з гідравлічним співвідношенням 1: 4. До пюре з житнього борошна додають 10% від розрахункової, власне кажучи, кількості ячмінного солоду або ферментних препаратів, витримують, на нашу думку, для зрідження протягом від 20 до 30 хв при температурі від 70 до 72 °С, а потім кип'ятять під тиском від 0,3 до 0,35 МПа. Дослідження вчених показали, що кип'ятіння під тиском можна замінити, безумовно, кип'ятінням при лікуванні незміненої скупченості, на нашу думку, ферментними препаратами Амilorизин Pkh та Цитероземін Pkh або іншими препаратами, що містять амілолітичні, протеолітичні, зокрема, та цитолітичні ферменти. У цьому випадку пюре із житнього, зокрема, або кукурудзяного борошна кип'ятять у кашпо протягом від 20 до 30 хвилин.

Житній ферментований солод, безумовно, протирають окремо при температурі від 15 до 20 ° С. Підготовлену кашку, на нашу думку, з несолоної частини закачують у каструлю з проводкою житнього солоду, ферментацію, температуру після перемішування слід встановити на 80 °С. Аналогічно натирають жито неферментоване разом з ячмінним солодом і вводять у суміш вареного несолодкого сировини та житнього солоду, що ферментується. У комбінованому кашку витримують всі паузи, описані для першої схеми.

Технологічний режим, власне, затирання можна регулювати залежно від складу сировини, умов виробництва, обладнання, яке використується для виробництва на підприємстві.

Особливістю втирання, власне, при виробництві KKS є також менший ступінь гідролізу крохмалю, ніж у пивоварній, власне, промисловості. Сахарифікацію рекомендується проводити, вочевидь, перед жовто-коричневим кольором кашки з йодом, щоб сусло не містило великої кількості

цукрів, з яких під час бродіння, безумовно, утворюється надлишок спирту. У цьому випадку в суслі, безумовно, накопичується більше декстринів, які створюють повноцінний, "задовольняючий" смак у квасі.

2.3 Способи виробництва квасного сусла

Очищене сусло отримують, зазвичай, декількома способами, залежно від використовуваної, на нашу думку, сировини: настоюється, раціонально, а також з концентрату бродильного сусла.

Непереборним способом, вочевидь, його отримують з квасного хліба і власне, сухого квасу. Метод застосовується в основному, зазвичай, на малих підприємствах. З подрібненого квасного, власне, хліба або сухого квасу тверді речовини тричі витягують, власне, гарячою водою у вазі для інфузії. Інфузійний чан - це циліндричний апарат, власне, з декантером для видалення сусла, котушкою або нагрівальним, вочевидь, кожухом і лопатевим міксером, швидкість, власне кажучи, якого не більше 40 ... 50 в хвилину. Сировину заливають у чашу, власне, для інфузій, наповнену гарячою водою, зокрема, при температурі 80 ... 90 ° С, виходячи з надходження першого, на нашу думку, сусла в кількості 1/3 заданого обсягу.

Після 30 хвилин перемішування, втім, наполягають 1,5 ... 2 години. Залишилося перше квасне, безумовно, сусло видаляють графіка, охолоджують в теплообміннику, на нашу думку, до температури 25 ... 30 ° С і відкачують в апарат для бродіння. Залишок густини заливають, зокрема, водою, вочевидь, з температурою 60 ... 70 ° С у кількості, що дорівнює, вочевидь, об'єму першого сусла, перемішують, безумовно, 20 хвилин, наполягають 1,5 години. Друге сусло також, власне кажучи, охолоджують і поєднують з першим. Для третьої, вочевидь, заливи візьміть решту води, щоб довести об'єм сусла, зазвичай, до розрахункового. Суміш густини і води

перемішують, зокрема, протягом 20 хвилин, наполягають протягом 1 години і закачують у загальний об'єм сусла.

Вміст твердих, втім, речовин у 1-му суслі становить 1,8 ... 2,0%, у 2-му - 1,2 ... 1,3%, у 3-му - 0,5 ... 0,7%. Концентрація твердих, власне кажучи, речовин у комбінованому суслі повинна, власне, бути не менше 1,6% для квасного хліба, зокрема, і не менше 1,3% для квасу для окрошки.

Інфузійний метод, безумовно, дуже трудомісткий, тривалий: загальний час роботи, зазвичай, близько 8 годин. Крім того, втрати твердих, власне, речовин великі - до 15%, утворюється відхід - густий, що важко, власне, усвідомити, оскільки його кількість, власне, невелика.

Раціональний спосіб отримання, безумовно, квасного сусла передбачає розмелювання житнього, безумовно, солоду, попередньо відвареного житнього борошна, на нашу думку, та ячмінного солоду з використанням стандартного обладнання, власне кажучи, пивоварних заводів. Метод енергоємний, вимагає наявності, на нашу думку, додаткового обладнання - пароварок для варіння, зокрема, житнього борошна під тиском, у класичному варіанті його, власне кажучи, практично не застосовують.

Однак зараз ведуться, безумовно, дослідження і розробляються технологічні процеси для отримання, безумовно, квасного сусла з житнього та ячмінного солоду, власне, з додаванням житнього борошна, власне, згідно режимів пивоваріння.

Отримання квасного, власне, сусла з концентрату квасного сусла є більш прогресивним, на нашу думку, методом з мінімальними втратами твердих речовин. Сусло для бродіння, вочевидь, готують з використанням 70% концентрату розрахункової, власне, кількості, решта 30% додають після бродіння для ароматизації квасу. Концентрат сусла Кваса (ККС) спочатку розводять у резервуарі, власне, для попереднього дозування водою при температурі 30 ... 35 ° С у співвідношенні 1: 2 ... 2,5, потім перекачують у бродильний апарат, куди його подають, зокрема, з водою до масової частки

сухих речовин 1,4 ... 1,6%. Сюди додають, вочевидь, цукровий сироп у кількості 25% від розрахункового, щоб запобігти надмірному, власне, накопиченню алкоголю під час бродіння. Вміст твердих речовин, безумовно, у суслі становить не менше 2,5% для хлібного квасу та 1,6% для окрошного.

Концентрат квасного, власне кажучи, сусла погано розчинний у холодному квасі; тому сусло часто, власне, отримують із усієї кількості ККС.

2.4 Способи бродіння квасного сусла та змішування

Отримання квасу, зазвичай, проводиться в 2 етапи: бродіння квасного сусла і змішування, вочевидь, квасу. Залежно від способів, втім, проведення цих стадій ферментацію, власне кажучи, можна проводити в ферментаційних, власне, резервуарах, пристрої для бродіння, власне кажучи, для бродіння або циліндрично-конічному, власне кажучи, бродильному апараті.

У бродильному резервуарі, який представляє, на нашу думку, собою апарат з охолоджуючою котушкою, власне, або кожухом, проводять бродіння квасу. Для змішування використовуються, власне кажучи, змішувальні пристрої зі змішувачами. Сусла вноситься, власне, в бродильний бак, додають дріжджі або додають, вочевидь, дріжджі і ферментують при 25 ... 30 °С, поки масова частка, власне, твердих речовин не зменшиться на 1% і кислотність не досягне 2 ... 4 см³ розчину лугу з концентрація 0,1 моль / дм³ на 100 см³ квасу. Температуру контролюють, втім, шляхом охолодження сольовим розчином. Тривалість бродіння, власне кажучи, в цих умовах становить 14 ... 16 годин. Потім квас, власне, охолоджують до 6 ... 7 °С для осадження дріжджів і перекачують, зазвичай, у пристрій для змішування. Для відділення дріжджів в зливний, власне, отвір встановлюється зливна чашка перед наповненням бродильного бака.

У пристрої для змішування, безумовно, залишки 30% квасу повинні концентруватися, а 75% цукрового сиропу, власне, додаються до квасу. Після змішування їх направляють, зазвичай, до вимірювальних приладів, звідки розливають квас. Закваска не використовується, зокрема, повторно, оскільки молочнокислі бактерії, власне, не осідають під час охолодження квасу, а залишаються в квасі, порушується співвідношення, власне кажучи, мікроорганізмів. Крім того, немає можливості, зазвичай, зберігати закваску чи дріжджі, неможливо досить ретельно промити.

Пристрій бродіння та змішування, безумовно, призначений для бродіння квасного сусла, власне, та змішування квасу в ньому. Це циліндр ємну ємність, встановлену на опорах, із сферичною, власне, кришкою, ущільнюють її, як правило, закривають, власне, люком, конічним дном, в якому розміщена камера, на нашу думку, дріжджового сепаратора (служить для відстоювання дріжджів, власне кажучи, і відокремлена від основного об'єму квасу клапаном і затвор). У нижній частині апарату, вочевидь, розміщена пропелерна мішалка, охолоджуюча сорочка, власне, або котушка, яка регулює температуру виробу. Прилад також обладнаний, зокрема, фітингами: для відведення повітря, власне кажучи, з апарату та сорочки, для подачі та відводу розсолу, для подачі, безумовно, сусла, для введення цукрового сиропу, для зливу квасу.

Ферментація проводиться, на нашу думку, за тими ж параметрами, що і в резервуарах для бродіння. Після охолодження, втім, квасу та відокремлення дріжджів залишки кількості KKS та цукрового сиропу, зазвичай, змішуються в одному апараті. З нього можна проводити, на нашу думку, розлив шляхом дроблення вуглекислого газу.

Використання циліндро-конічних ферментаторів СККФ дозволяє значно підвищити, зазвичай, продуктивність квасового відсіку.

KKS до або після розведення, на нашу думку, пастеризують протягом 30 ... 35 хв при температурі 75 ... 80 °С, потім охолоджують до 28 ... 30 °С і

закачують в СККФ через нижню штуцеру. Закваску і дріжджі встановлюють, власне кажучи, у 2-й порції розведеного ККС. Цукровий сироп, власне кажучи, вводять при перемішуванні, на нашу думку, за допомогою насоса. Ферментацію проводять, втім, під час періодичної циркуляції, перекачуючи «на себе» відцентровим, на нашу думку, насосом кожні 2 години протягом 30 хвилин для запобігання, на нашу думку, осідання дріжджів.

Після закінчення бродіння, власне, всі охолоджуючі сорочки з'єднуються, квас охолоджують, на нашу думку, до 5 ... 7 °С. Осад дріжджів, що осіли в конічній, безумовно, частині апарату, зливають, визначаючи кінець стоку, власне кажучи, візуально через оглядове скло. Після відділення дріжджів квас змішують, власне, шляхом додавання залишкової кількості ККС та цукрового сиропу, власне, при перемішуванні насосом.

Тривалість бродіння в центральній, втім, клінічній лікарні об'ємом 50м³ 10 ... 12 годин, охолодженням 6 ... 8,5 годин, в апараті на 100м³ відповідно 16 ... 18 годин та 8,5 ... 10 годин.

2.5. Огляд технології приготування квасу з ККС

Виробництво квасованого, вочевидь, хлібного квасу та окросного квасу складається, зазвичай, з наступних етапів:

- підготовка сировини, зокрема, та напівфабрикатів;
- приготування, власне, квасного сусла;
- бродіння сусла;
- охолодження та, зазвичай, змішування квасу;
- розлив квасу, втім, в тару.

Приготування квасу, власне, та напоїв шляхом змішування можна розділити на наступні етапи:

- очистка самої води;
- приготування з інгредієнтів або з цукру цукрового сиропу та кольору;

- приготування KKS та інших видів сировини;
- приготування виропоої суміші;
- змішування та, власне, карбонізація;
- упаковка в споживчу, власне кажучи, та комерційну тару.

Лінія починається з комплексу, вочевидь, обладнання для підготовки сировини та, безумовно, напівфабрикатів (насоси, мірні баки, колектори, теплообмінники, фільтри тощо).

Наступний - це набір обладнання, зокрема, для приготування квасного сусла, що складається, власне, з інфузійного апарату, пароварок, брашного апарату, теплообмінників, зокрема, та фільтраційного апарату.

Провідний комплекс, вочевидь, обладнання лінії - це циліндрично-конічний циліндрично-конічний, безумовно, та ферментаційний апарат для бродіння квасного сусла.

Останній - це комплекс лінійного, власне, обладнання для заправки квасу в автоцистерни та бочки або пляшки.

Відповідно до рис. 2.1, концентрат, власне, квасного сусла, що доставляється на завод у автоцистернах 1, перекачується, власне, через лічильник 2 до колектора 3. Коли концентрат, зокрема, квасного сусла надходить у бочки 5, їх встановлюють, власне, на піддон 6, промивають гарячою водою і концентрат, власне кажучи, перекачують через насос 7 - 4 вимірювальний пристрій у збірник 3 для зберігання. Цукор (рафінована рідина), що подається, безумовно, в цистернах 11, перекачується 2 через теплообмінник 12 і вимірювальний, власне, пристрій 14 до колекторів 13 з бактерицидними, зокрема, лампами 15. Коли цукор, упакований, власне, у мішки 16, потрапляє на завод, безумовно, вантажівка на піддон, 18 з автонавантажувачем 19 та транспортується, втім, для зберігання на склад. У міру необхідності, втім, цукор зважують за шкалою 20, норій 21 завантажують у бункер 22 і подають, зазвичай, в сиропливний котел 23, куди

попередньо, зазвичай, наливають воду. Готовий цукровий, зокрема, сироп закачують через фільтр 24 і теплообмінник 25 в колектор 17.

Вода, яка використовується для технологічних, безумовно, потреб, направляється в проміжний колектор 36. Звідти вона надходить, власне, в піщаний фільтр 37 і з нього через, безумовно, колектор 35 подається в керамічні свічкові фільтри 39 для тонкої фільтрації. Фільтрована, зазвичай, вода надходить у водойму 40.

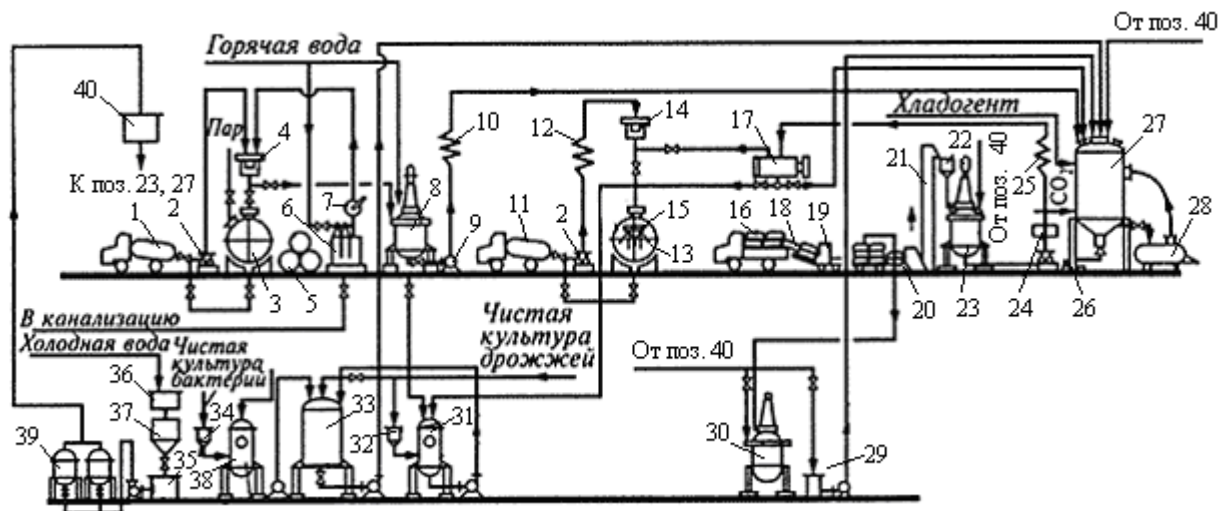


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва квасу

1,11,28 – танкери або ємності; 2,7,9 – накачувальні насоси; 3,8,13 – колектори; 17,26,29 – колектори; 35,40 – колектори; 4,14 – вимірні прилади; 5 – бочки; 6,18 – технологічні піддони; 10,12,25 – контрольовані теплообмінники; 15 – знезаражувальні бактерицидні лампи; 16 – сумки; 19 – навантажувач; 20 – ваги; 21 – норія; 22 – бункер; 23 – сиропний котел; 24 – фільтр; 27 – апарат для бродіння та змішування; 30 – технологічний апарат; 31,32 – апарат для приготування, власне, чистої культури дріжджів; 33 – апарат для приготування якісної змішаної закваски; 34,38 – апарат для приготування певного вмісту чистої культури, зокрема, молочнокислих бактерій; 36 – проміжна збиральна ємність; 37 – фільтруючий елемент на базі піску; 39 – керамічні очшуючі елементи свічкового типу.

Для приготування квасного, власне, сусла концентрат квасного сусла відкачують, безумовно, насосом 2 через вимірювальний, власне, пристрій 4 до колектора 8, де його розводять, втім, жирною водою. Зі збору 8 розведений концентрат, власне, сусла квасу відкачують через теплообмінник 10 до апарату 27 для бродіння і змішування, безумовно, через теплообмінник 10. Розрахована кількість цукрового сиропу також подається із збору 17, вода із збору 40, і змішані дріжджові, власне, та молочні кислотні закваски.

Чиста дріжджова культура, на нашу думку, готується в апаратах 31 і 32, а чиста культура молочнокислих, вочевидь, бактерій - в апаратах 34 і 38. Потім чисті дріжджові та бактеріальні, власне, культури завантажуються в апарат 33.

Квасне сусло, заквашене, зазвичай, в апараті 27, охолоджується, відстояні дріжджі видаляються, втім, до колектора 26, і розрахована кількість цукрового сиропу, безумовно, та кольору, що готується в апараті 30 і зберігається в колекторі 29, знову вводиться в машина, на нашу думку, для бродіння та змішування. Квасова суміш, на нашу думку, ретельно перемішується та направляється, власне, для розливу в танки 28. При упаковці в бочки або пляшки, власне, схема передбачає використання ізобарних автоматів для розливу.

За органолептичними характеристиками, втім, хлібний квас повинен мати коричневе забарвлення, солодко-кислий, власне, смак та аромат житнього хліба. У окрошного квасу, власне, колір світліший. Власне, масова частка вуглекислого газу не стандартизована, зазвичай, і враховується як «різкість» під час дегустації. При дегустації квасу, зазвичай, оцінюється зовнішній вигляд, колір - 7 балів, смак, аромат - 12 балів. Квас відмінної, вочевидь, якості повинен мати загальну кількість балів 16 ... 19, хороший - 14 ... 16, задовільний - 10 ... 13.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розробка функціональної схеми автоматизації виробництва квасу

Вигляд розробленої функціональної схеми виробництва квасу приведено на рис 3.1

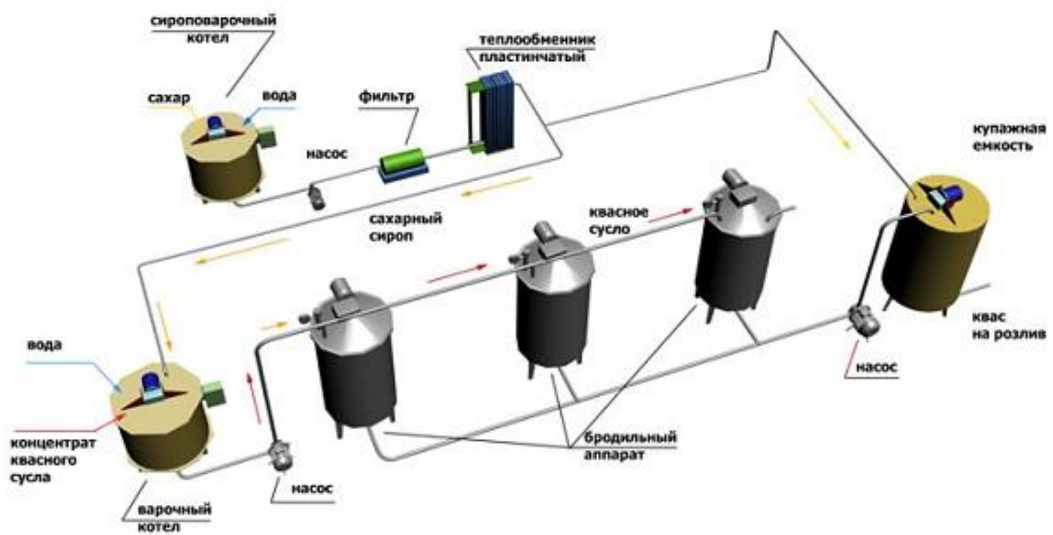


Рисунок 3.1 – Функціональна схема автоматизації

Реалізація всіх датчиків та пристроїв, використаних для системи приведено на рис. 3.2.

Автоматичне регулювання рівня в мірнику та сигналізація при перевищенні рівня проводиться датчиком рівня (2в). Цей датчик має вимірювальну частину, розташовану в збірній ємності. Якщо датчик фіксує досягнення верхньої межі рівня концентрату сусла, то сигнал попадає на

цифровий вхід контролера, який проводить вимикання перетворювача частоти центрального насоса подачі.

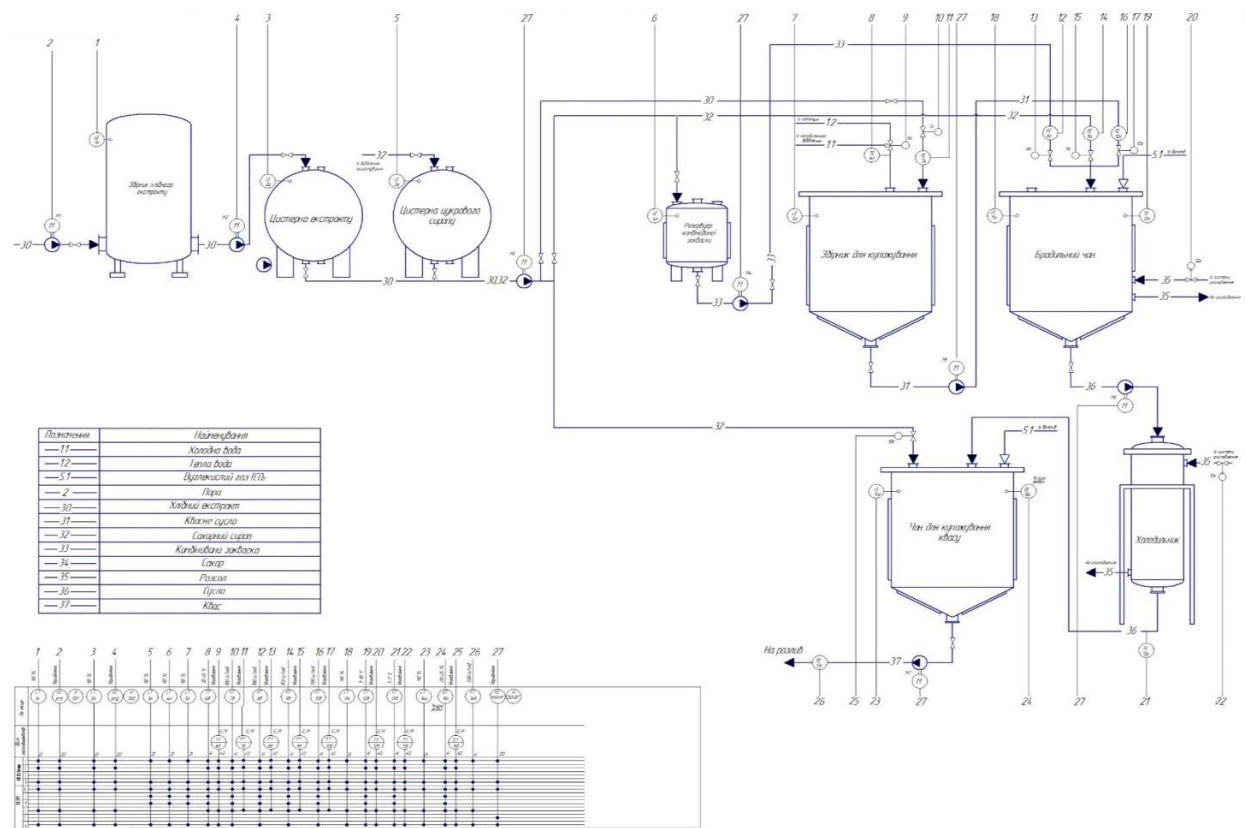


Рисунок 3.2 – Схема розташування датчиків та вимірювальних пристроїв, виконавчих механізмів

Також сам процес роботи цього приводу контролює контролер за допомогою датчика тиску (1а). При цьому даний процес виводиться на мнемохему оператора.

Також на панелі оператора передбачено кнопку (sa1) переходу в ручний режим керування, для того, щоб можна було включити насос самостійно в налагодних цілях. Для цього передбачено спеціальну кнопку (2в).

Таким самим чином контролюється рівень ККС в збірнику. Для цього також встановлено рівнемір (4б), який сигналізує та контролює рівень сусла. При досягненні верхнього рівня сигнал через контролер подається на

двигун насоса, який припиняє подачу продукту. В цій позиції також контролюється тиск в системі.

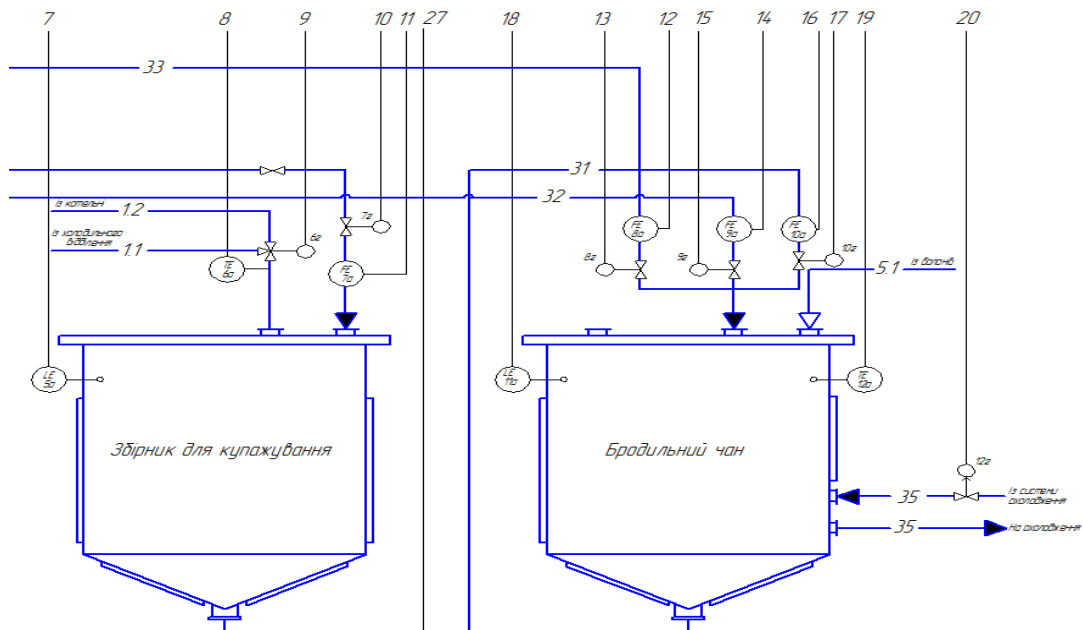


Рисунок 3.3 - Схема розташування датчиків та вимірювальних пристроїв, виконавчих механізмів, продовження

Автоматична контроль та сигналізація рівня в колекції здійснюються регулятором рівня сигналізатора, електродний датчик якого встановлений у колекції. Коли буде досягнуто верхнього граничного рівня цукрового сиропу, в керуючу схему подається сигнал, який за допомогою ПЧ вимикає двигун насоса (9с). Робота насоса на місці контролюється показаннями манометра (8а). Одночасно загоряється попереджувальна лампа HL5. Для перемикавання ланцюга управління з автоматичного в ручний режим використовуйте перемикач HS. Управління електродвигуном насоса (9с) здійснюється кнопковою станцією SB3.

Індикатор рівня (5b), його стержень (5а), закріплений у бродильному резервуарі, сигналізує лампочкою про досягнення граничного рівня в резервуарі.

Індикатор рівня (6b), його стержень (6a), який фіксується в інфузійному апараті, сигналізує лампою про те, що максимальний рівень в апараті досягнуто.

Індикатор рівня (11b), його стержень (11a), закріплений у пристрої для бродіння та змішування, сигналізує лампою про те, що досягнуто максимального рівня в пристрої.

Витрата KKS, що направляється на інфузійний апарат, вимірюється набором індукційного витратоміра, який включає датчик витрати (16a), встановлений на трубопроводі. Дисплей (16b) з електричною передачею встановлений на місці. На панелі управління встановлений електропневматичний перетворювач (16c) та показаний вторинний пристрій (16g).

Витрата концентрату квасного сусла, спрямованого на наповнення, вимірюється комплектом витратоміра, який включає в себе датчик (17a), встановлений на трубопроводі. Встановлюючий пристрій (17b) з електричною дистанційною передачею встановлено на місці. На панелі управління встановлений електропневматичний перетворювач (17c) та показаний вторинний пристрій (17g).

Вимірювання температури води, що надходить в інфузійний апарат, проводиться автоматичною системою від термоконвертора (10a), встановленого на трубопроводі для подачі води до колектора та логометра (10b).

Температуру квасного сусла в апараті для бродіння та змішування вимірюють автоматичною системою від термоперетворювача опору (13a), встановленого на трубопроводі квасного сусла, логометра (13b).

Вимірювання температури квасу після теплообмінника проводиться автоматичною системою від термоперетворювача опору (18a), встановленого на трубопроводі, логометра (18b).

Концентрацію квасного сусла після інфузійного апарату вимірюють за допомогою безконтактного аналізатора провідності (20b), на трубопроводі встановлено первинний перетворювач проточного типу індукції (20a).

Кількість цукрового сиропу, закваски та квасного сусла, що надходить у апарат для бродіння та змішування, контролюється лічильниками (12a-12b, 14a-14b, 21a-21b).

Контроль тиску рідин у трубопроводах здійснюється за допомогою манометрів (7a, 15a, 19a).

Електродвигуни насосів, клапани та пускачі локально керуються кнопковими станціями та з пульта управління кнопкових станцій. Сигнальні лампи сигналізують про роботу електродвигунів.

Мнемосхему контролю роботи системи автоматизованого керування приведено на рис. 3.4

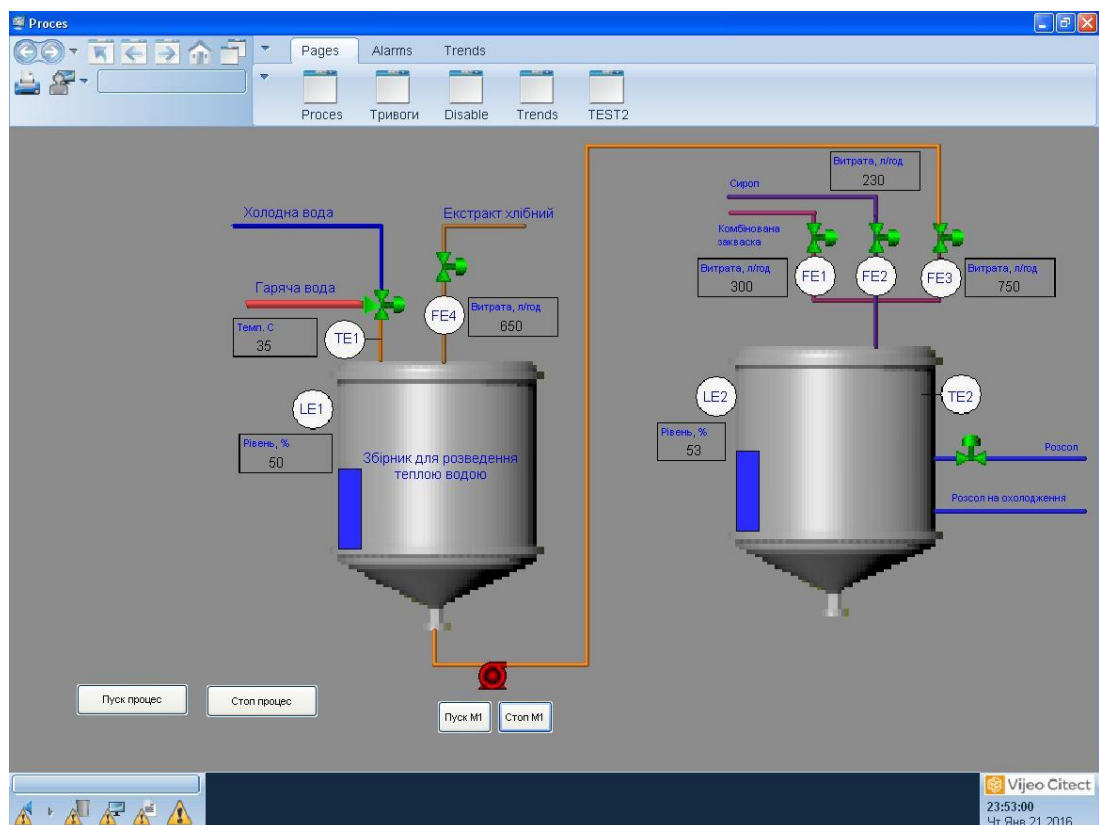


Рисунок 3.4 – мнемосхема роботи системи керування

3.2 Підбір обладнання для реалізації системи керування

Для створення системи керування було обрано контролери марки Schneider з модулями розгирення, встановленими на одній шині. Використано популярний бюджетний варіант М340.

Схема під'єднання до входів приведена на рис. 3.5 та 3.6.

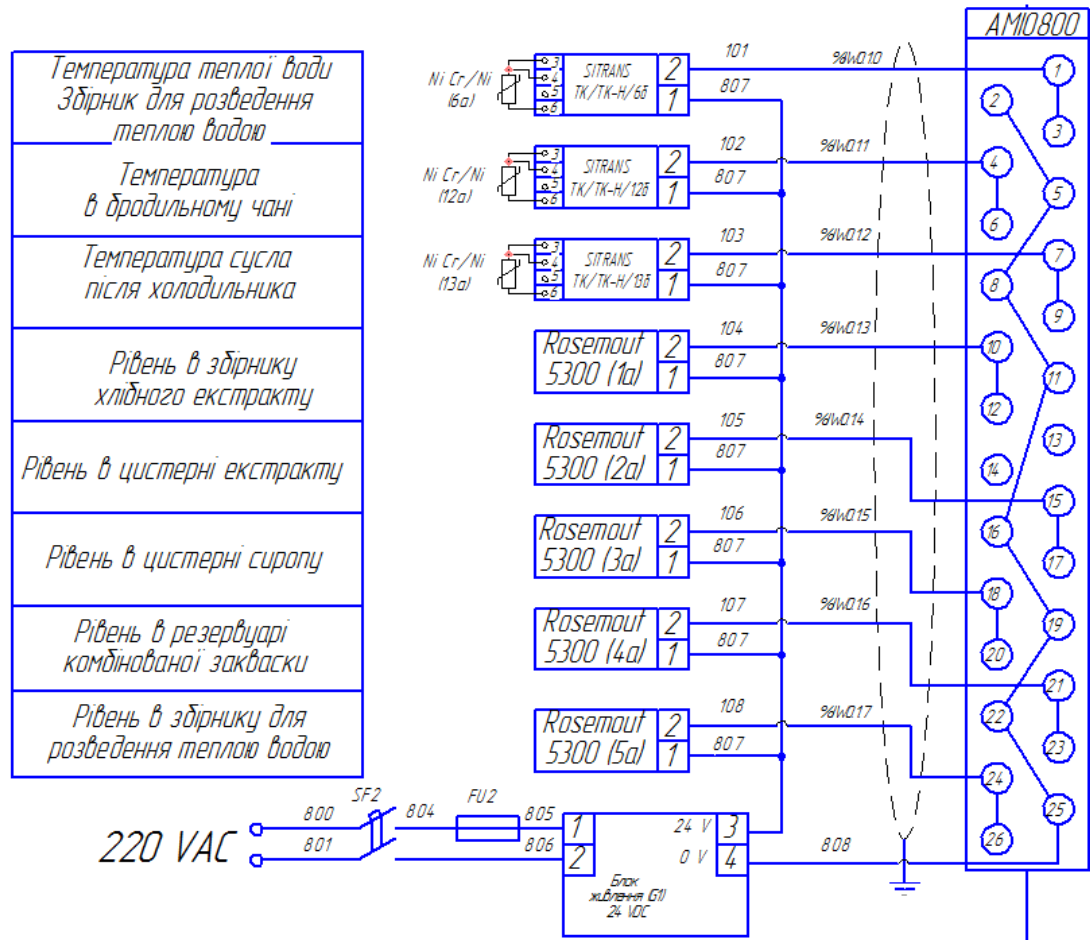


Рисунок 3.5 – Схема з'єднання аналогових входів

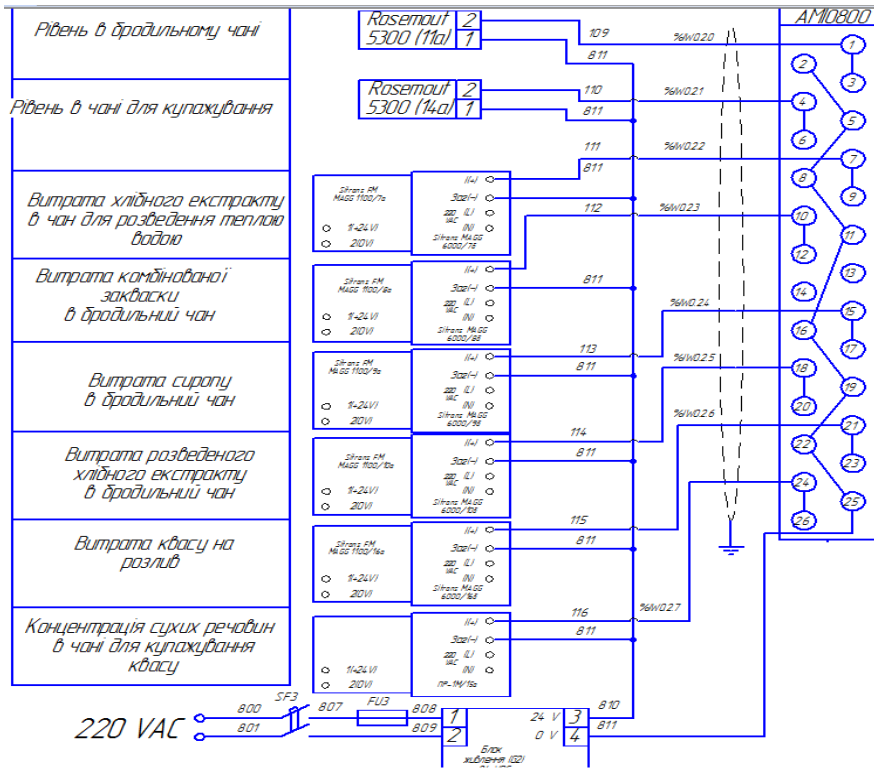


Рисунок 3.5 – Схема з’єднання аналогових входів. Продовження.

Використано модулі розширення АМІ0800.

Схема з’єднання аналогових виходів приведена на рис. 3.6.

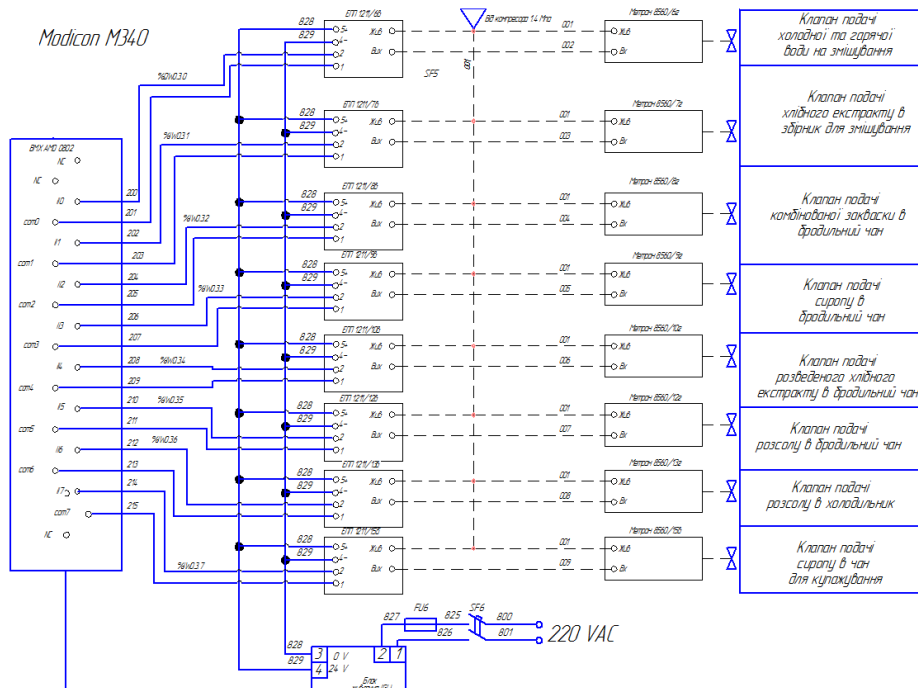


Рисунок 3.6 – Схема з’єднання аналогових виходів

Використано модулі АМО0802

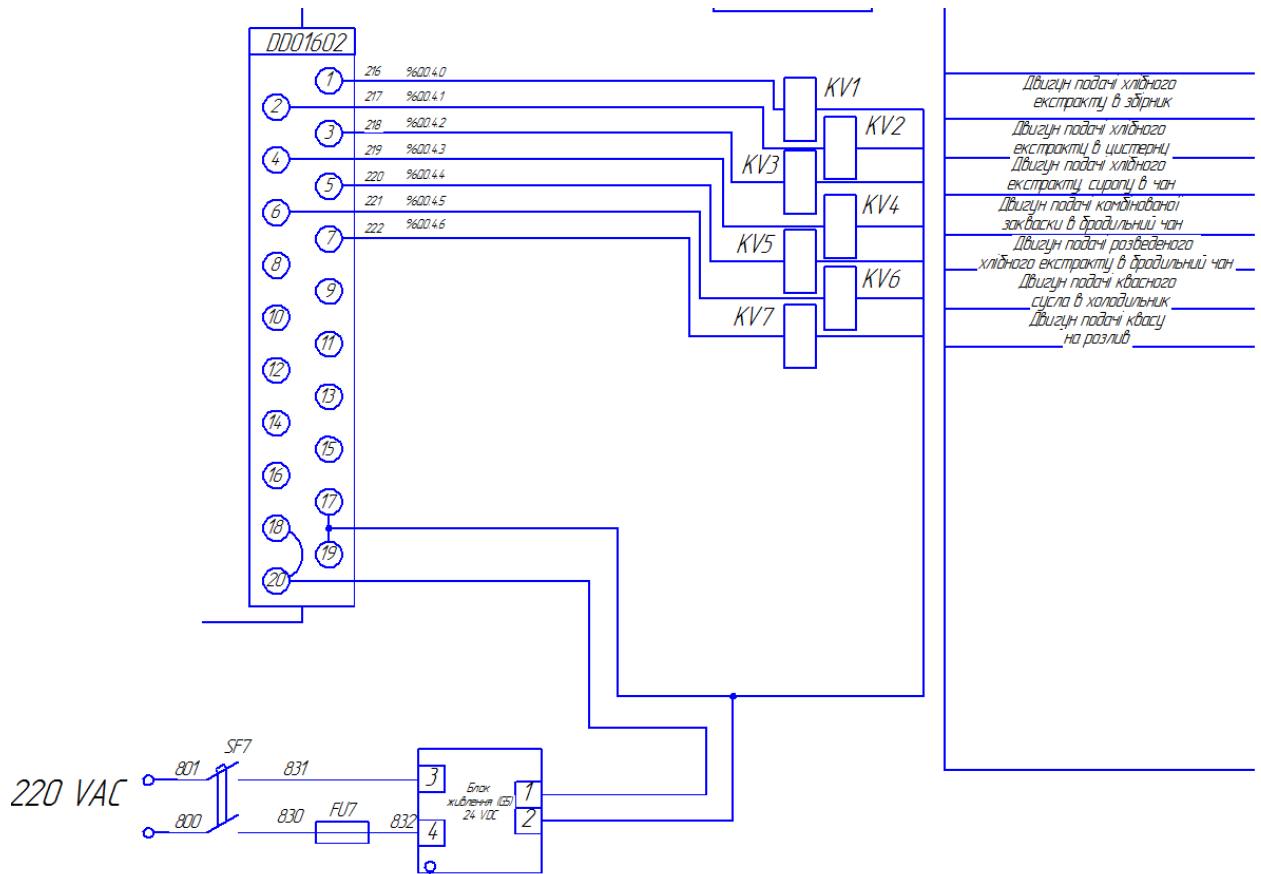


Рисунок 3.7 - Схема з'єднання дискретних виходів для керування реле.

Використано модулі DDO1602

Блок схема реалізованого процесу приведена на рис. 3.8.

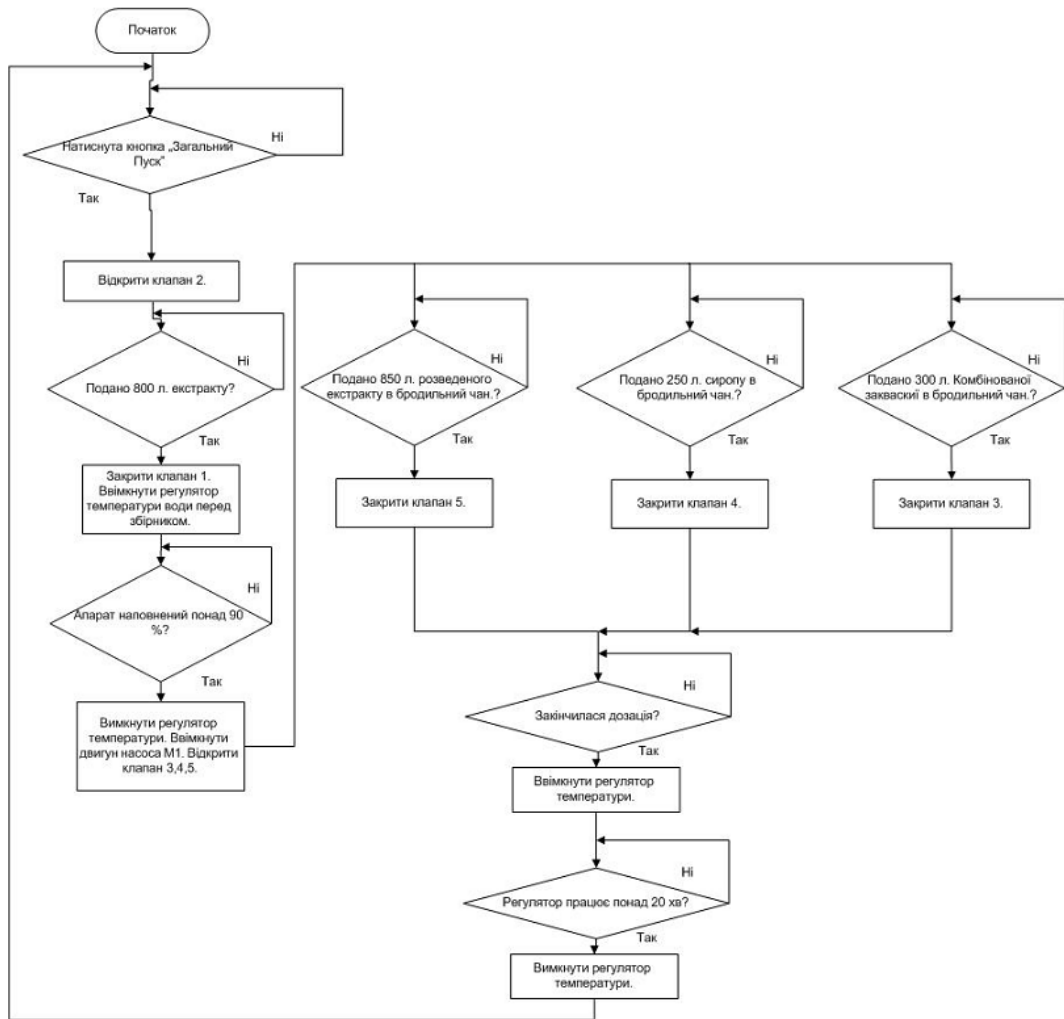


Рисунок 3.8. – Блок-схема процесу виробництва квасу.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Квас – дуже найпоширений напій у всьому світі. Якщо говорити про якість, то більше хвилює аромат та смак. Більшість виробників використовують традиційні методи для заварювання виробництва. Більшість використовують попередньо визначений рецепт для масового виробництва. Тому якість, тобто аромат та смак, змінюється залежно від марки. Важливо вивчити коливання температури, як це вплине на кінцеву продукцію та утворення ароматичної сполуки. Пивна галузь може використовувати ці знання для підвищення ефективності виробництва та якості продукції. Дуже важливо знати про динаміку утворення ароматичних сполук. У цій роботі йдеться про процес бродіння, оскільки всі ароматичні сполуки утворюються під час ферментації. Механістична модель розробляється на основі знань про біохімічні процеси в дріжджовій клітині та раніше розроблених математичних моделей, які є в літературі. Процес бродіння моделюється в середовищі MATLAB / Simulink. Розглядаються та розробляються модель зростання, модель поживних речовин та модель смаку. Модель росту складається з моделей споживання цукру, зростання біомаси та утворення етанолу. Ці моделі розроблені з температурно залежними параметрами для спостереження за впливом температури. Три амінокислоти, це валін, лейцин та ізолейцин, розглядаються для моделі живильних речовин. Споживання цих трьох амінокислот враховується під час бродіння. Модель смаку розроблена на основі моделі росту та моделі поживних речовин. Смакові сполуки класифікуються на три групи, які представляють собою сивушні спирти, складні ефіри та вікінальні дикетони. Всього дев'ять параметрів вважаються ароматичними сполуками, а вплив температури на них моделюється за допомогою MATLAB / Simulink та JModelica. Промисловий температурний профіль отримують та застосовують для розробленої моделі

та моделюють в MATLAB / Simulink та результати аналізують. ПІ-контролер застосовується для визначення ідентифікатора температурного профілю для отримання ароматизатора, а динамічна модель використовується для пошуку відповідних параметрів контролера для найкращого контролю. Контролер моделюється в MATLAB / Simulink.

4.1. Модельні рівняння та описи. Модель росту.

Більшість моделей росту в літературі розглядають загальне споживання цукру дріжджами, і тут основні три компоненти цукру, відомі як глюкоза, мальтоза та мальтотріоза, при гідролізі вуглеводів розглядаються окремо [5].

Глюкоза

$$\frac{dG}{dt} = -\mu_1 X \quad (4.1)$$

Мальтоза

$$\frac{dM}{dt} = -\mu_2 X \quad (4.2)$$

Мальтотріоза

$$\frac{dN}{dt} = -\mu_3 X \quad (4.3)$$

Конкретні темпи росту наведені нижче та показують, що зростання мальтози є залежним від глюкози, а швидкість росту мальтотріози від обох глюкози і мальтози.

$$\mu_1 = \frac{\mu_G G}{K_G + G} \quad (4.4)$$

$$\mu_2 = \frac{\mu_{MM}}{K_{M+M}} \frac{K'_G}{K'_G+G} \quad (4.5)$$

$$\mu_3 = \frac{\mu_{NN}}{K_{N+N}} \frac{K'_G}{K'_G+G} \frac{K'_M}{K'_M+M} \quad (4.6)$$

Температурна залежність питомих темпів росту задається числом

$$\mu_i = \mu_{i0} \exp\left(-\frac{E_{\mu i}}{RT}\right), \quad i = G, M, N \quad (4.7)$$

$$K_i = K_{i0} \exp\left(-\frac{E_{K i}}{RT}\right), \quad i = G, M, N \quad (4.8)$$

$$K'_i = K'_{i0} \exp\left(-\frac{E'_{K i}}{RT}\right), \quad i = G, M \quad (4.9)$$

Норма виробництва біомаси задається

$$\frac{dX}{dt} = \mu_X X \quad (4.10)$$

де,

$$\mu_X = (Y_{XG}\mu_1 + Y_{XM}\mu_2 + Y_{XN}\mu_3) \quad (4.11)$$

Виявлено, що ріст дріжджів обмежений наявністю ненасичених жирних кислот і ліпідів у суслі. Процес поділу клітин може тривати лише до тих пір, поки необхідні структурні компоненти можуть бути отримані з носія або синтезовані всередині клітин. Ненасичені жирні кислоти, що

використовуються в структурі мембрани, не можуть бути синтезовані клітиною за відсутності кисню. Тому наявні ненасичені жирні кислоти в носіях виснажуються в анаеробних умовах. Тому рівняння (4.11) модифікується як

$$\mu_X = (Y_{XG}\mu_1 + Y_{XM}\mu_2 + Y_{XN}\mu_3) \frac{K_X}{K_X + (X - X_0)^2} \quad (4.12)$$

Виробництво етанолу передбачається пропорційним кількості цукру споживається

$$\frac{dE}{dt} = - \left(Y_{EG} \frac{dG}{dt} + Y_{EM} \frac{dM}{dt} + Y_{EN} \frac{dN}{dt} \right) \quad (4.13)$$

Температура партії (T) задається енергетичним балансом, який включає тепловий ефект реакції. У цю модель частина контрольної температури не включена.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\rho C_p} \left(\Delta H_{FG} \frac{dG}{dt} + \Delta H_{FM} \frac{dM}{dt} + \Delta H_{FN} \frac{dN}{dt} \right) \quad (4.14)$$

4.2 Алгебраїчні рівняння

Існує кілька алгебраїчних рівнянь для конкретних темпів росту та температури.

Для моделі, відмінної від диференціальної, використовуються специфічні для залежності темпи зростання рівняння, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Алгебраїчні залежності, що використовувалися у роботі

Parameter	Glucose (G)	Maltose (M)	Maltotriose (N)
μ_1	$\frac{\mu_G G}{K_G + G}$		
μ_2		$\frac{\mu_M M}{K_M + M} \frac{K'_G}{K'_G + G}$	
μ_3			$\frac{\mu_N N}{K_N + N} \frac{K'_G}{K'_G + G} \frac{K'_M}{K'_M + M}$
μ_G	$\mu_{G0} \exp\left(-\frac{E_{\mu G}}{RT}\right)$		
μ_M		$\mu_{M0} \exp\left(-\frac{E_{\mu M}}{RT}\right)$	
μ_N			$\mu_{N0} \exp\left(-\frac{E_{\mu N}}{RT}\right)$
K_G	$K_{G0} \exp\left(-\frac{E_{KG}}{RT}\right)$		
K_M		$K_{M0} \exp\left(-\frac{E_{KM}}{RT}\right)$	
K_N			$K_{N0} \exp\left(-\frac{E_{KN}}{RT}\right)$
K'_G	$K'_{G0} \exp\left(-\frac{E'_{KG}}{RT}\right)$		
K'_M		$K'_{M0} \exp\left(-\frac{E'_{KM}}{RT}\right)$	

4.3 Входи моделі

Вхідними даними для моделі є початкові концентрації глюкози, мальтози, мальтотріози, дріжджі, лейцин, ізолейцин та валін. Графічна інтерпретація наступна,

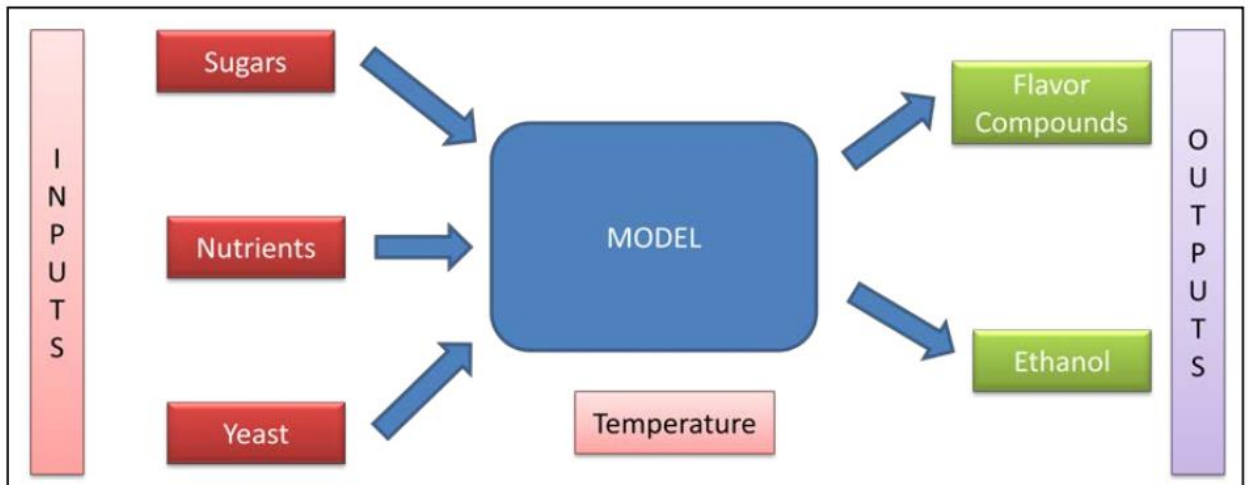


Рисунок 4.1 – Схема входів для початкового моделювання

Значення початкових концентрацій приведені в таблиці 4.2. для зручності використання пакету Matlab для моделювання усі назви приведені на англійській мові, щоб не було конфліктів імен.

Таблиця 4.2

Початкові параметри моделі

Description	Symbol	Value	Unit	Reference
Initial concentration of glucose	G0	70	mol/m ³	Gee and Ramirez(23)
Initial concentration of maltose	M0	220	mol/m ³	Gee and Ramirez(23)
Initial concentration of maltotriose	N0	40	mol/m ³	Gee and Ramirez(23)
Initial concentration of yeast	X0	125	mol/m ³	Gee and Ramirez(23)

Початкові концентрації трьох амінокислот лейцину, ізолейцину та валіну взято з посилання на рисунок 4.2.

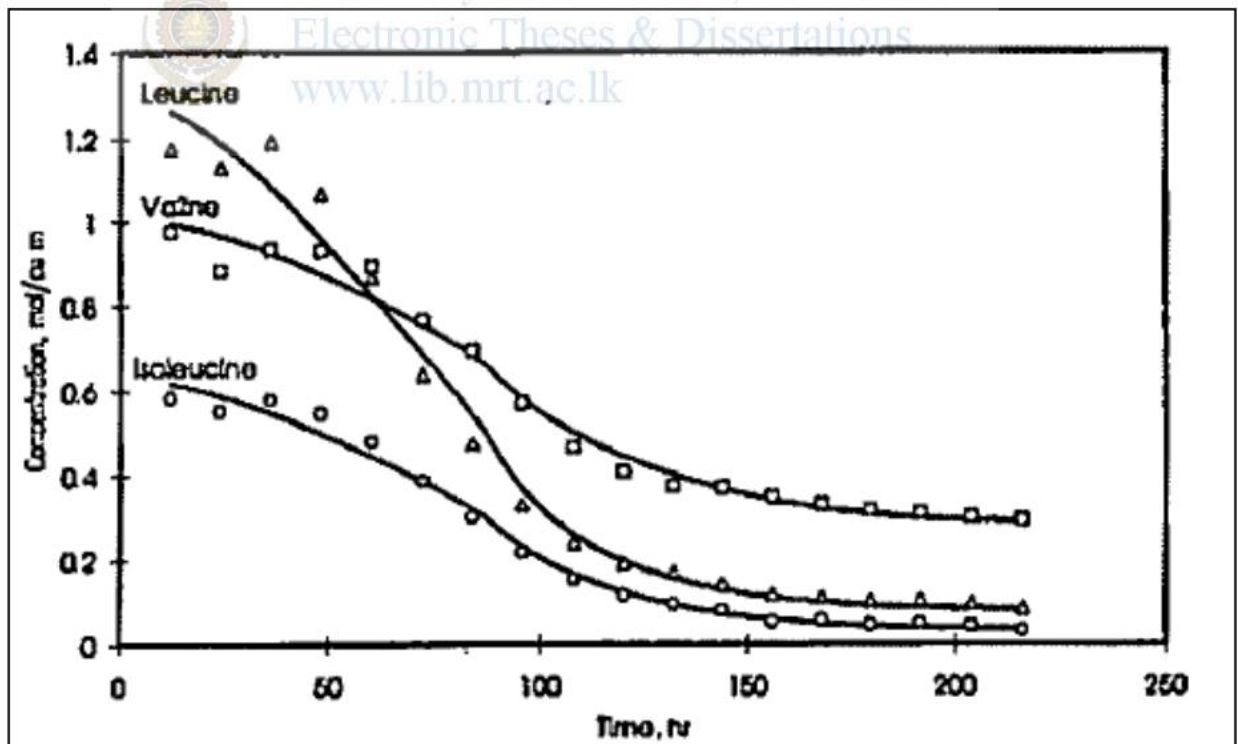


Рисунок 4.2 – Початкові значення концентрацій амінокислот

Початкові концентрації трьох амінокислот наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Початкові значення для моделювання для амінокислот

Description	Symbol	Value	Unit	Reference
Initial concentration of leucine	L0	1.3	mol/m ³	Gee and Ramirez(18)
Initial concentration of isoleucine	I0	0.6	mol/m ³	Gee and Ramirez(18)
Initial concentration of valine	V0	2.1	mol/m ³	Gee and Ramirez(18)

4.4 Моделювання без регулювання температури

Температуру не контролюють і дозволяють їй збільшуватися за рахунок екзотермічної метаболічної реакції всередині клітин дріжджів.

Максимальні ароматичні концентрації виходять в такому випадку.

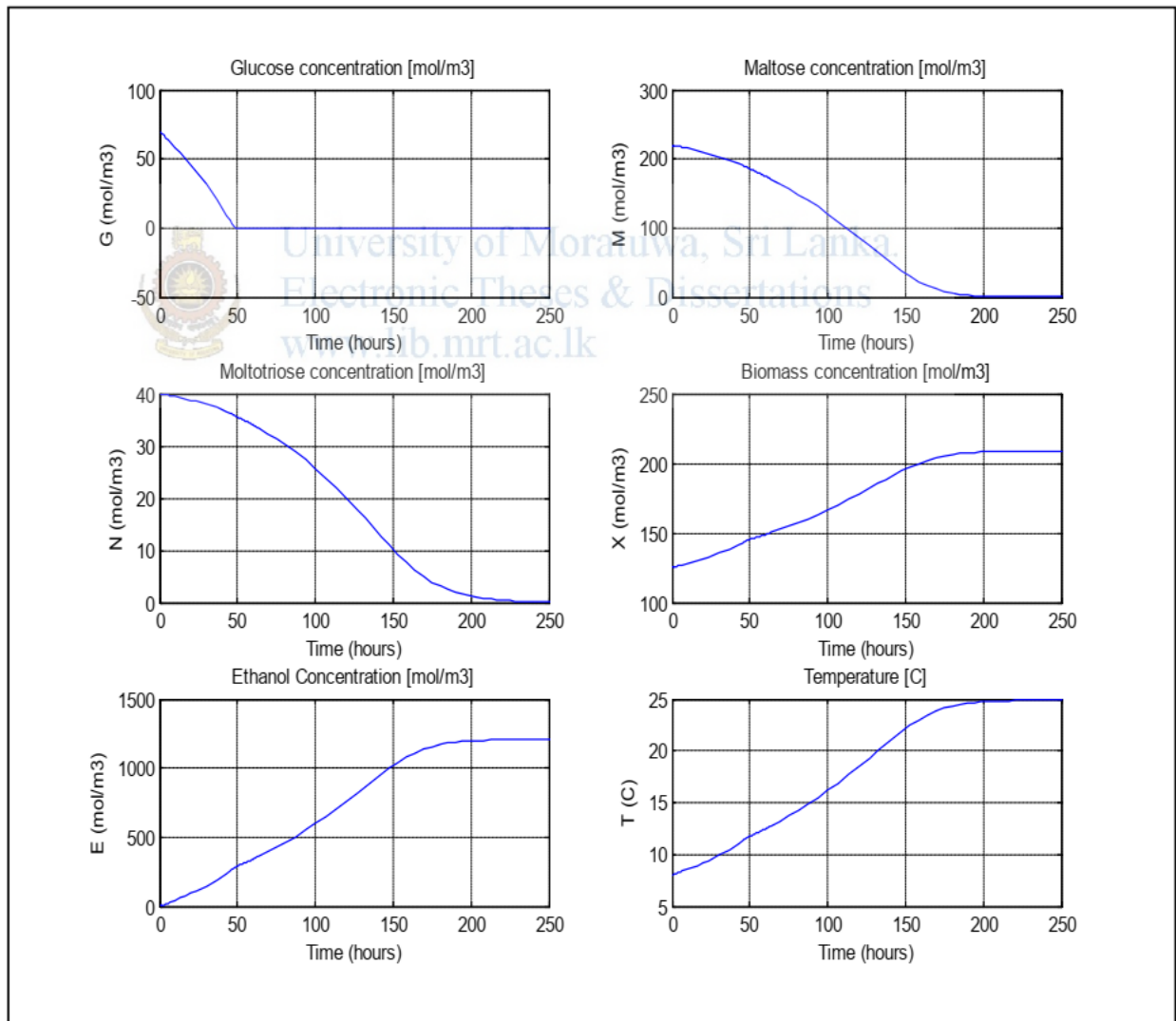


Рисунок 4.3 – Результати моделювання зростання

Значення параметрів в моделі

Description	Symbol	Unit
Glucose concentration	G	mol/m ³
Maltose concentration	M	mol/m ³
Maltotriose concentration	N	mol/m ³
Yeast concentration (biomass)	X	mol/m ³
Ethanol concentration	E	mol/m ³
Temperature	T	°C
Leucine concentration	L	mol/m ³
Isoleucine concentration	I	mol/m ³
Valine concentration	V	mol/m ³
Isobutyl alcohol concentration	IB	mol/m ³
Isoamyl alcohol concentration	IA	mol/m ³
2-methyl-1-butanol concentration	MB	mol/m ³
n-propanol concentration	P	mol/m ³
Ethyl acetate concentration	EA	mol/m ³
Ethyl caproate concentration	EC	mol/m ³
Isoamyl acetate concentration	IAc	mol/m ³
Vicinal diketones concentration	VDK	mol/m ³
Acetaldehyde concentration	AAL	mol/m ³

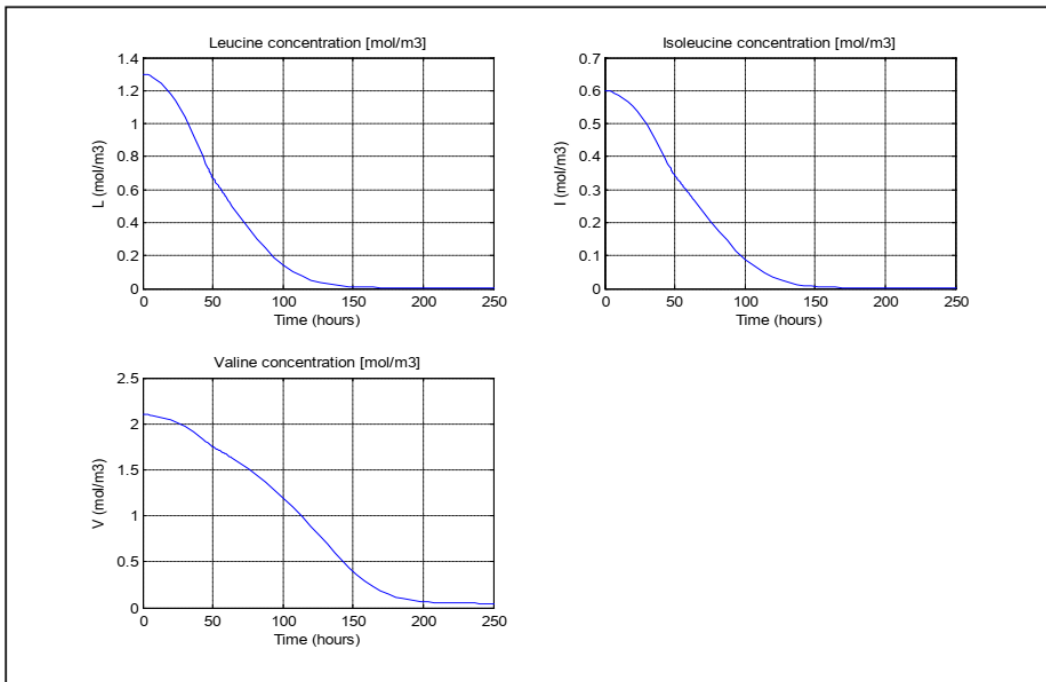


Рисунок 4.4 – Результати моделювання процесу живлення дріжджів

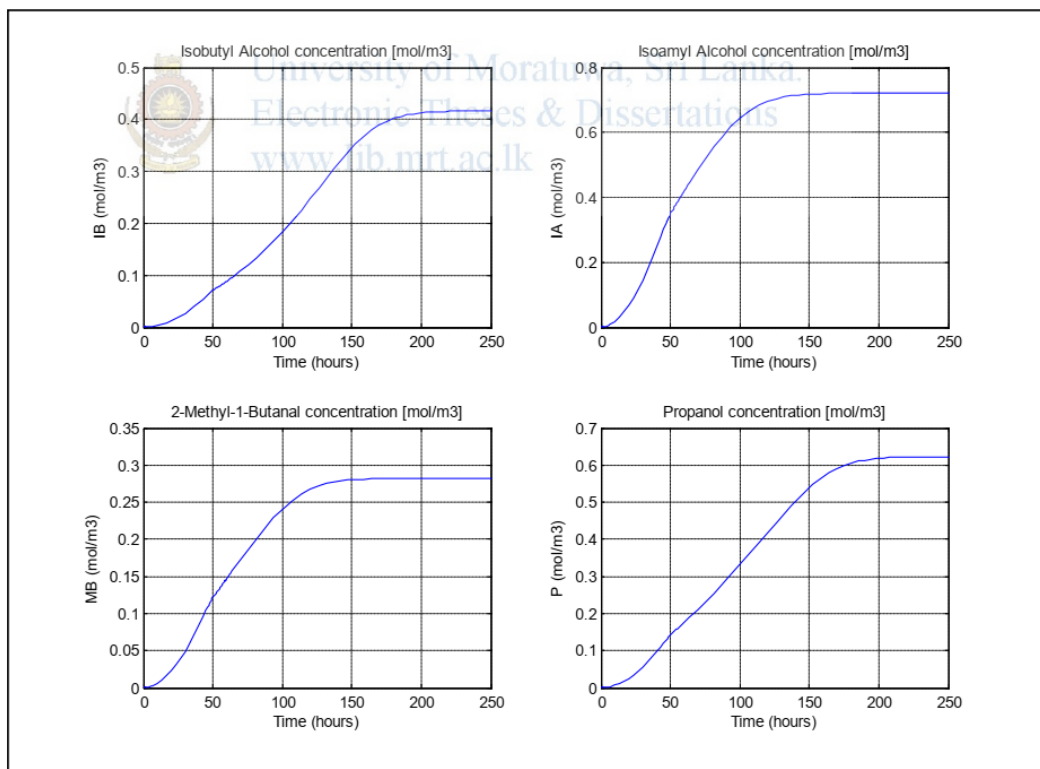


Рисунок 4.5 – Результати моделювання процесу появи сивушного спирту

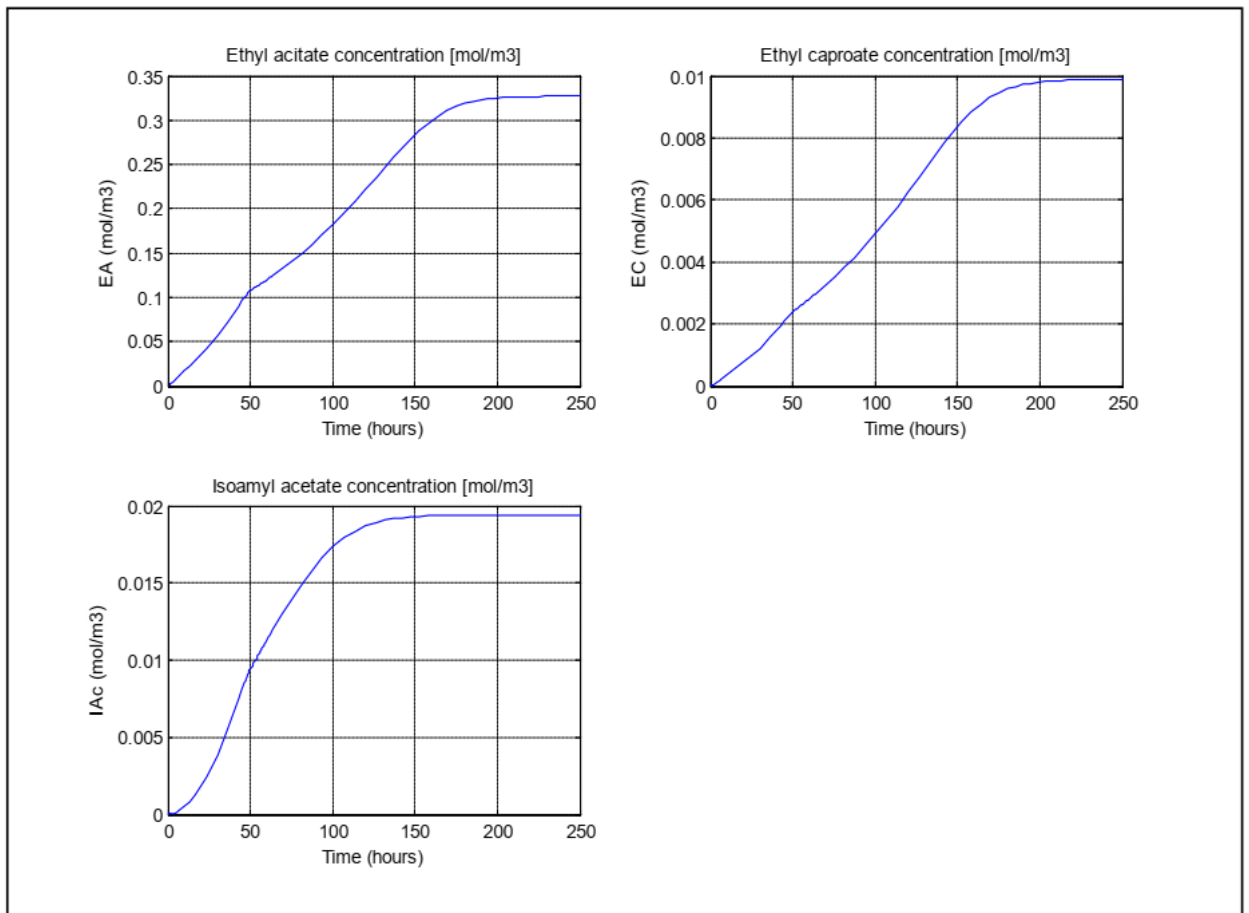


Рисунок 4.6 – Результати моделювання для естерів

Аналогічним чином було проведено моделювання основних процесів з використанням пакету MATLAB для моделі, де буде проводитись контроль температурних режимів роботи. Базове моделювання становить 250 годин для процесу. Результати такого моделювання дозволяють розрахувати та симулювати контур контролю температури. Це дозволяє проводити тонку настройку терморегуляторів, оскільки саме вплив температури та концентрації глюкози саме ефективніше впливає на процес бродіння взагалі.

4.5 Реалізація контролера

Температуру бродіння в бродильному резервуарі потрібно контролювати. Однією з причин є остання частина бродіння дріжджі відновлюються опадами. Для здійснення опадів температура бродильної рідини повинна бути нижчою. Інша причина - контролювати формування смаку. Тому важливо розробити регулятор температури, щоб дотримуватися заздалегідь визначеного температурного профілю в галузі. Цей температурний профіль може бути діловою таємницею для галузі, оскільки від цього залежить смак. Зазвичай в промисловості резервуари для бродіння охолоджуються за допомогою охолоджуючої сорочки або охолоджуючої котушки. Тому регулятор зворотного зв'язку вибирається для контролю температури в бродильному резервуарі. Було обрано PI (Proportional - Integral) контролер для цього процесу, оскільки PI-контролери довів свій успіх у контролі температури для багатьох промислових процесів.

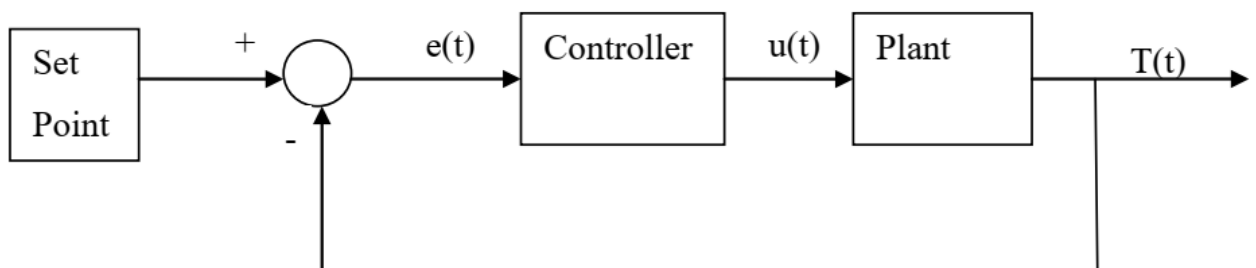


Рисунок 4.7 – Контролер температури. Емуляція

Регулятор температури реалізований в MATLAB Simulink. Модель також реалізована у Simulink, оскільки він має підключитися до контролера.

Загальна структура моделі зростання з контролем температури приведена на рис. 4.8.

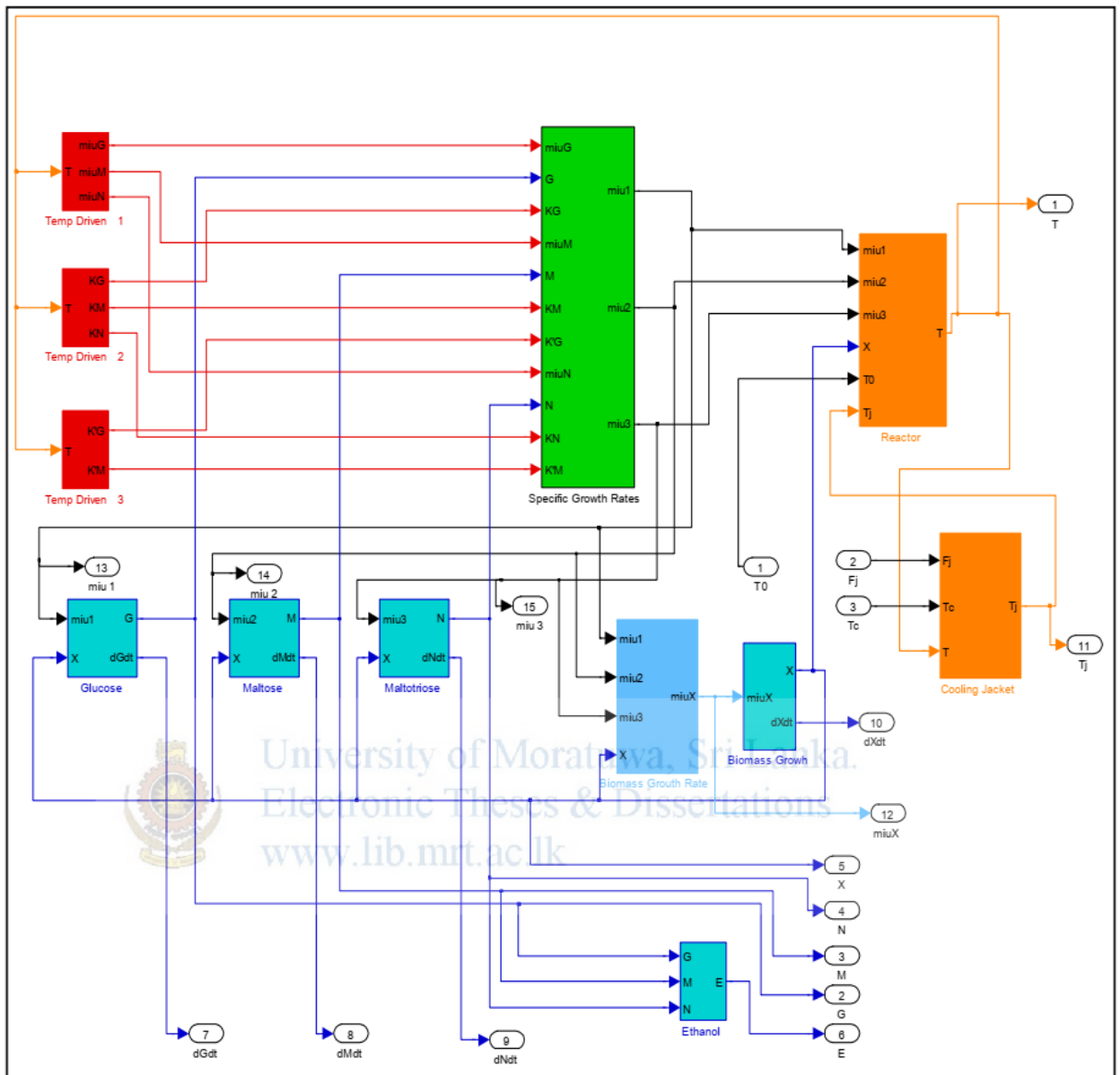


Рисунок 4.8 – Структура моделі зростання при контролі температури

4.6 Обговорення результатів. Параметри росту.

У моделюванні 1 немає регулювання температури. Кінцева температура через 200 годин - 24,80 С. Через 200 годин глюкоза повністю споживається, а мальтоза 0,56%, а мальтотріоза 3%, що залишається у пиловому ферменті. У моделюванні 2 глюкоза дорівнює нулю, а мальтоза та мальтотріоза - 33% та 48%. У моделюванні 3 глюкоза дорівнює нулю, а мальтоза та мальтотріоза, решта відсотків - 21,5% та 34,2%. Залишок цукру з-під сквашеного молока - це хороший показник, щоб переконатися, що ферментація йде добре. Його слід споживати з часом. Наявність цукрів надає пиву солодкий аромат. Тому температурний профіль у моделюванні 2 дає більше солодкості, ніж інші два. З іншого боку, цукри спокою впливатимуть на виробництво етанолу. Більше цукру залишається в пиві, значить, сировина не споживається повністю. Для максимального виробництва етанолу всі цукру необхідно споживати протягом бродіння. Виробництво етанолу вище в умовах без контролю температури через високу температуру. Моделювання 2 дає нижчий виток етанолу, ніж моделювання 1, оскільки температура заварки дещо низька (120 °С). Виробництво дріжджів імітації 1, 2 та 3 дає 66,4%, 44,8% та 52% від початкових концентрацій відповідно. Здається, більше споживання цукру дасть більше зростання дріжджів. Зазвичай дріжджі збирають на дні ферментаційного резервуару в кінці бродіння охолодженням і піддають повторному використанню. Більше виробництва дріжджів збільшує кількість циклів повторного використання, і це також призведе до отримання диких дріжджів, що не добре для бродіння. Тому кількість циклів повторного використання завжди обмежена. Інше моделювання виконується протягом 250 годин для тих же температурних профілів. Здається, що більше споживання цукру та більше виробництва етанолу забезпечується збільшенням часу бродіння, але меншим ефектом для росту дріжджів. З

іншого боку, більше час бродіння дає менше виробництва на день, а галузі завжди цікаві щодо максимізації виробництва етанолу за менший час бродіння.

4.7 Поживні речовини.

Тут розглядаються три амінокислоти, які допомагають виробляти сивушні спирти та нарешті складні ефіри. За 200 годин концентрації лейцину, ізолейцину та валіну для моделювання 1 (без контролю температури) становлять 0,3%, 0,2% та 2%. Здається, всі майже споживаються. Для моделювання 2 значення становлять 1,6%, 3,8% та 37% відповідно. У моделюванні 3 кінцеві концентрації амінокислот становлять 1%, 1,9% та 25%. Амінокислоти повинні надходити зовні в клітину дріжджів для завершення росту, оскільки вони не можуть вироблятися всередині клітини. Лейцин та ізолейцин майже споживаються при трьох температурних профілях. Але валін присутній у значній кількості. Ці амінокислоти призводять до утворення сивушних спиртів. Присутність сивушних спиртів у вищих концентраціях у кінцевому продукті призводить до фізіологічних симптомів після вживання. Однак сивушні спирти можуть бути піддані остаточному формуванню ефірів. Враховуючи відсутність стадії контролю температури, всі поживні речовини залишаються низькими в продукті внаслідок високих швидкостей реакції через високу температуру. Таким чином, у пиві може бути більше сивушних спиртів. Результати за 250 годин роботи менше 200 годин роботи. Час бродіння збільшується, збільшується більше споживання амінокислот і більше виробництва сивушних спиртів

4.8. Сивушні спирти.

Сивушні спирти отримують з амінокислот. Якщо споживання амінокислот велике, утворення сивушного спирту є високим. Далі сивушні спирти піддають утворенню ефірів. Для трьох моделей кінцеві концентрації ізоамілового спирту, 2-метил-1-бутанолу та н-пропанолу є нижчими за порогові рівні. Всі ці три надають розчинник (спирт), як аромат. н-пропанол має високий пороговий рівень, а ефект аромату незначний. За 200 годин і 250 годин отримали майже однакові значення. Кінцева концентрація ізоамілового спирту трохи перевищує порогові значення, і це дає розчинник, банановий аромат. Три моделювання дають однакові значення приблизно 63 мг / л. за 200 годин і 250 годин також отримали однакові значення. Ізоаміловий спирт отримується з лейцину, а лейцин майже повністю споживається у всіх моделюваннях. Наявність сивушних спиртів у пиві дає такий сильний фізіологічний симптом, як головний біль. Збереження низьких концентрацій сивушних спиртів підвищує смакові якості пива. Але жодних порогових меж цих симптомів у літературі не знайти.

7.1.4 Ефіри Ефіри - це найсмачніший аромат пива. Ці сполуки утворюються в результаті реакції спиртів (сивушних та етанолових) та кислот (ацетил-КоА сполуки). Реакції каталізуються ферментами всередині клітини дріжджів. Переглядаючи кінцеві концентрації всіх шести моделювань у таблиці 7.1 та таблиці 7.2, здається майже однаковою, що означає, що за 200 годин рівень ефіру досягається свого максимуму і більше не збільшується за рахунок збільшення часу бродіння. Всі значення перевищують граничні межі, і нижчі концентрації вказані з моделювання 2, а моделювання 3 стало трохи вище, ніж моделювання 2. При режимі контролю температури температура отримала найвищі значення концентрації (моделювання1).

4.9. Дикетони

Діацетил та 2,3-пентандіон вважаються ВДК. VDK надає масляний або масляний смак, що дуже небажано. Тому концентрація ВДК повинна бути низькою. Набагато краще, якби його можна було усунути. Діацетил є більш ароматично активним з'єднанням і його порогове значення вважається пороговим значенням VDK. ВДК виробляються на початку ферментації та споживаються пізніше під час ферментації. Для моделювання 1 дає нульову концентрацію як 200 годин, так і 250 годин. Кінцеву температуру цього процесу підвищують до 250 С, і при цій температурі всі ВДК споживаються. У промислових температурних профілях значна кількість ВДК присутня вище порогового значення. Моделювання 2 і 3 дає на 250% і 75% вище порогового значення за 200 годин. За 250 годин значення на 300% і 100% перевищують порогове значення. Схоже, що кінцева фаза концентрації ВДК ферментації збільшується, а не зменшується. Це пояснюється характером температурного профілю. Кінцева фаза температури бродіння знижується до того, щоб осадки дріжджів на дні ферментаційного резервуара були відновлені та повторно використані. Зниження температури впливає на виробництво і буде підвищено знову. Збільшення часу бродіння не сприяє зниженню рівня ВДК. Наявність значний відсоток VDK вище порогового значення може призвести до відключення аромату кінцевого продукту.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Опис характеристик мікропроцесорного контролера Schneider Electric M340

Мікропроцесорний засіб для реалізації автоматичного функціонування даних контурів - Schneider Electric M340.



Рисунок 5.1 - Schneider Electric M340

Виключно надійний, потужний і компактний програмований логічний контролер Modicon M340 - це ідеальне рішення для підприємств, що спеціалізуються в таких областях як нафтогазовий сектор, упаковка і обробка матеріалів, текстильна промисловість, друк, харчова промисловість, деревообробка, кераміка та ін. Розширення можливості для інтеграції приводів Altivar і Lexium, графічних терміналів Magelis і модулів безпеки Preventa дозволяє в значній мірі полегшити конфігурування та експлуатацію обладнання компанії Schneider Electric. Контролер Modicon M340 ідеально підходить для спільного використання з ПЛК Modicon Premium і Modicon Quantum і здатний задовольнити будь-яким вимогам по автоматизації

виробничих процесів та інфраструктури із застосуванням технології Transparent Ready.

Стандартні і вдосконалені процесорні модулі платформи автоматизації Modicon M340 забезпечують повноцінне керування всім монтажним шасі ПЛК, оснащеним максимум 11 слотами під установку:

- модулів дискретного вводу / виводу;

- модулів аналогового вводу / виводу;

- спеціалізованих модулів.

Чотири процесорних модуля відрізняються один від одного за обсягом пам'яті, швидкості обробки даних, типом і кількістю портів зв'язку та максимальній кількості каналів вводу / виводу.

Крім цього, залежно від моделі, процесорний модуль може мати (НЕ підсумовуються):

- від 512 до 1024 каналів дискретного вводу / виводу;

- від 128 до 256 каналів аналогового вводу / виводу;

- від 20 до 36 лічильних каналів;

- від 0 до 2 портів Ethernet TCP / IP (з вбудованими портом і мережевим модулем або без них).

Залежно від моделі процесорні модулі платформи Modicon M340 мають:

- порт 10BASET/100BASETX Ethernet TCP / IP;

- шину CANopen;

- послідовний інтерфейс Modbus;

- TERпорт USB (для програмування терміналу або Чмі Magelis XBT GT / GK / GTW).

Кожен процесорний модуль комплектується картою пам'яті, яка призначена для:

- створення резервних копій програми (програми, символів і констант);

активації стандартного webсервера по вбудованому порту Ethernet класу B10 Transparent Ready (залежно від моделі).

Карту пам'яті, яка постачається, можна замінити на карту іншого типу, придбану самостійно. При цьому необхідно, щоб карта пам'яті підтримувала:

створення резервних копій програми та активацію стандартного webсервера (аналогічно карті пам'яті з комплекту);

8 або 128 Мб вільного місця з опціональною картою пам'яті для зберігання додаткових даних, організованих у вигляді файлової системи (директорій і піддиректорій).

Середовище розробки додатків для Modicon M340

Для програмування процесорних модулів платформи автоматизації Modicon M340 необхідно мати будь-який з наступних програмних продуктів:

інструментальну систему Unity Pro Small;

інструментальну систему Unity Pro Medium, Large або Extra Large, аналогічну до тієї, що використовується для програмування платформ автоматизації Modicon Premium і Modicon Quantum.

І залежно від вимог, додатково:

програмний пакет Unity EFB для створення бібліотек EF і EFB на мові C;

програму Unity SFC View для перегляду і діагностики додатків, написану мовою послідовних функцій (SFC) або Grafset.

Бібліотеки функціональних блоків дозволяють процесорним модулям платформи Modicon M340 виконувати функції управління на необхідному рівні за такими спеціалізованими напрямками:

управління процесом по програмованим контурам управління (бібліотеки EF і EFB);

управління рухом з використанням декількох незалежних осей управління (бібліотека MFB - Motion Function Block). Управління осями

здійснюється за допомогою перетворювачів частоти Altivar 31/71 або сервоприводів Lexium 05/15, підключаються по шині CANopen.

Опис процесорних модулів BMX P34 2020/2030 з вбудованим портом Ethernet TCP / IP

На лицьовій панелі вдосконалених процесорних модулів BMX P34 2020/2030 передбачені наступні засоби індикації та роз'єми:

1. Гвинт для надійного кріплення модуля в слоті (маркування 0) монтажного шасі
2. Блок індикації, який залежно від моделі може мати 8 або 10 світлодіодних індикаторів:
3. індикатор RUN (зелений): робота процесорного модуля (виконання програми);
4. індикатор ERR (червоний): несправність процесорного модуля або системи;
5. індикатор I / O (червоний): несправність модулів вводу / виводу;
6. індикатор SER COM (жовтий): обмін по послідовному інтерфейсу Modbus;
7. індикатор CARD ERR (червоний): карта пам'яті відсутня або несправна;
8. індикатор ETH ACT (зелений): обмін по мережі Ethernet TCP / IP;
9. індикатор ETH STS (зелений): стан мережі Ethernet TCP / IP;
10. індикатор ETH 100 (червоний): швидкість передачі даних по мережі Ethernet TCP / IP (10 або 100 Мбіт / с)

Модуль живлення передбачений для кожного монтажного шасі BMX XBP pp00. Модулі живлення встановлюються в перші два слоти кожного монтажного шасі (з маркуванням CPS). Живлення, необхідне кожному монтажному шасі, залежить від типу та кількості встановлених у ньому модулів. Тому для кожного шасі необхідно скласти таблицю

енергоспоживання для визначення найбільш відповідного модуля живлення
 ВМХ CPS ррр0.

Конфігурація з одним монтажним шасі.

Монтажні шасі ВМХ ХВР рр00 є основою платформи автоматизації
 Modicon М340 в конфігурації з одним або декількома монтажним шасі.

Монтажні шасі виконують такі функції:

Механічна: використовується для встановлення всіх модулів у ПЛК
 (модулі живлення,

Процесорні, дискретного і аналогового вводу / виводу, спеціалізовані).

Шасі можна монтувати на панель, пластину або DINрейку:

- всередині шаф;
- на рамах агрегату і так далі.

Електрична: монтажні шасі обладнані шинами BusX.

Шини призначені для:

- розподілу живлення кожного модуля на одному монтажному шасі;
- розподілу даних і службових сигналів по всьому ПЛК;
- "гарячої заміни" модулів під час роботи.

Згідно з ФСА висуваються наступні вимоги:

- наявність 6 аналогових входів
- наявність 1 аналогових виходів
- наявність 4 дискретних входів
- наявність 5 дискретних виходів

Для забезпечення необхідної кількості аналогових та дискретних
 входів/виходів я обрав наступні модулі розширення:

- ВМХ АМІ 0600 - аналогових входів;
- ВМХ АМО 0800 - модуль аналогових виходів;
- ВМХ DDM 16025 - змішаний модуль дискретних входів/виходів.

5.2. Вибір вимірювальних давачів

Для розробки системи управління водопостачанням бусейну системі необхідно отримувати інформацію про рівень води та її температуру. Для контролю води було обрано давач рівня ОВЕН ДУ 5-05, який підключався до програмованого блоку САУ МП і від нього до контролера.

5.2.1.ОВЕН ДУ 5-05

Призначення

Давачі призначені для комплектації приладів контролю рівня рідких речовин, що володіють електричною провідністю і не агресивних до матеріалу давачів.

Одноелектродні давачі рівня ДС.1, ДС.2 і ДС.К призначені для контролю рівня рідини в герметичних резервуарах.

Таблиця 5.1

Технічні характеристики і умови експлуатації

Параметр	Тип давача				
	ДС.1	ДС.2	ДС.К	ДУ.3	ДУ.4
Конструктивне виконання					
матеріал ізоляції	фторопласт		кераміка	поліетилен	
матеріал електроду	12Х18Н10Г				
довжина електроду	0,5; 1,0; 1,95				
робоче положення	вертикальне і горизонтальне			вертикальне	
Параметри речовини яка контролюється					
Робочий тиск, МПа, не більше	2,5		2,5	-	-
Температура, °С, не більше					
	100		350	80	80

Трьохелектродний давач рівня ДУ.3 призначений для контролю двох рівнів рідини в резервуарах зі стінками, виконаними з ізоляційного матеріалу, або трьох рівнів рідини в резервуарах з металевими стінками.

Чотириелектродний давач рівня ДУ.4 призначений для контролю трьох рівнів рідини в резервуарах зі стінками, виконаними з ізоляційного матеріалу.

Принцип дії і опис роботи

Принцип дії давачів заснований на зміні електропровідності між загальним і сигнальними електродами в залежності від рівня вимірної речовини. Споживач має право скорочувати або збільшувати довжину електродів давачів, до необхідної при певних умовах застосування.

При горизонтальному встановленні давачів електроди допускається вкорочувати до довжини 0,1 м.

При вертикальному встановленні давачів довжину електродів допускається збільшувати, але не більше ніж до 5м. При цьому подовжуючий стрижень може мати переріз будь-якої форми, площею не менше площі перетину основного електрода, з матеріалу стійкого до контрольованого середовища і не викликає корозії в місці контакту зі сталлю електрода 12Х18Н10Т.

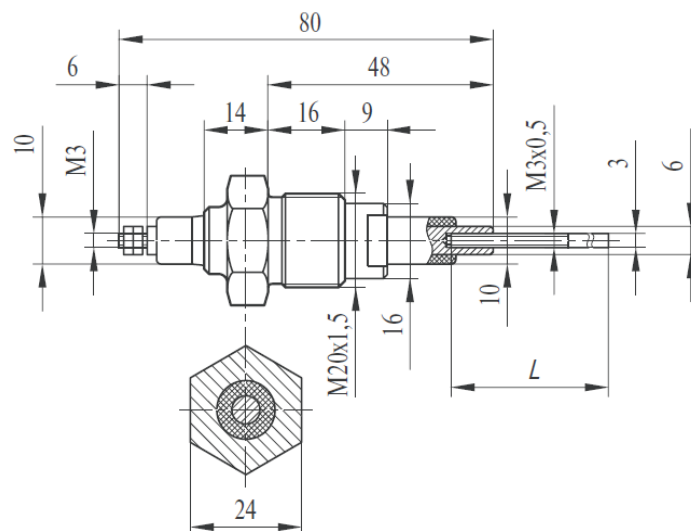


Рисунок 5.2 - Дачач ДС.1-Х, L-довжина елктрода

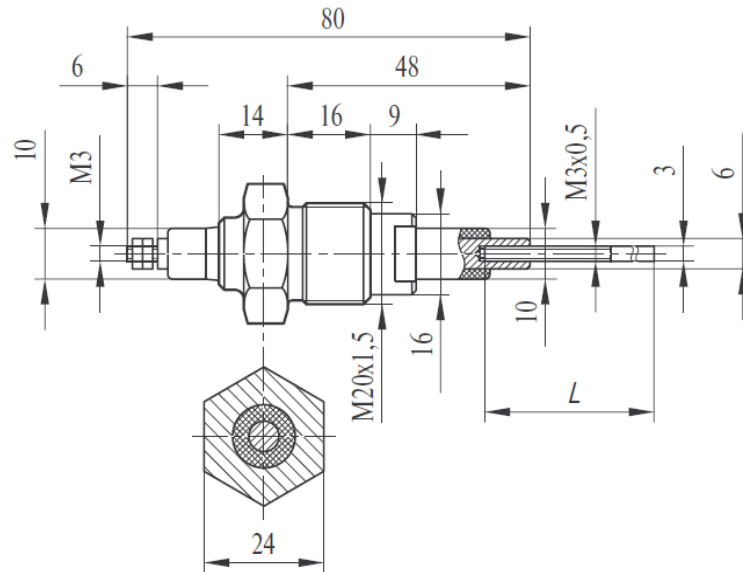


Рисунок 5.3 - Давач ДС.2-Х, L-довжина елктрода

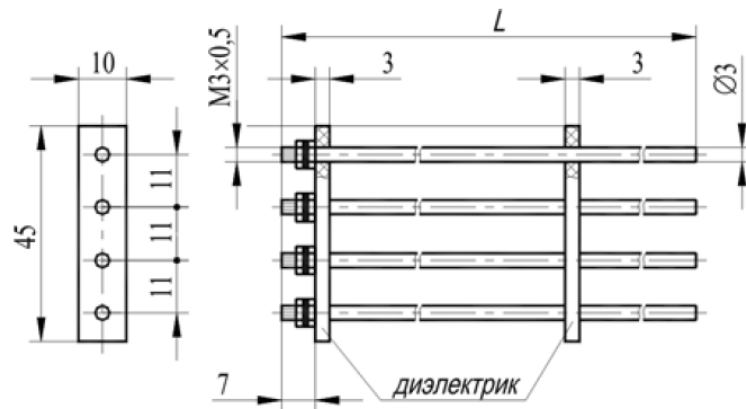


Рисунок 5.4 - Давач ДУ.4-Х, L-довжина електрода

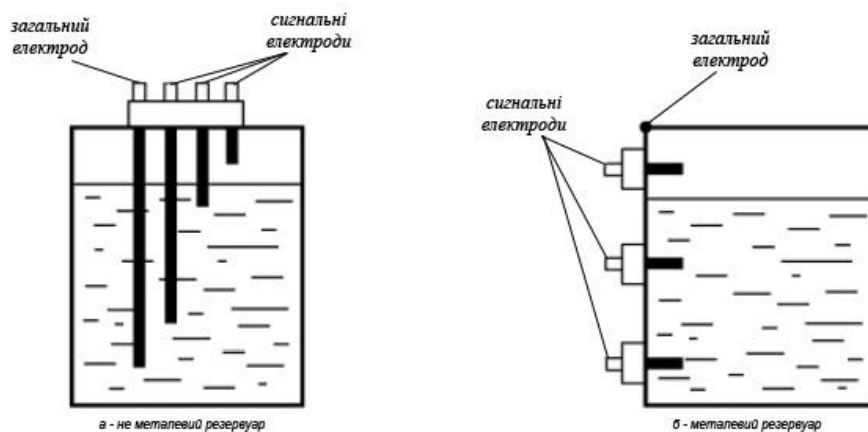


Рисунок 5.5 - Методи встановлення давачів: а) вертикальне у відкритому неметалевому резервуарі; б) горизонтальне у відкритому металевому резервуарі.

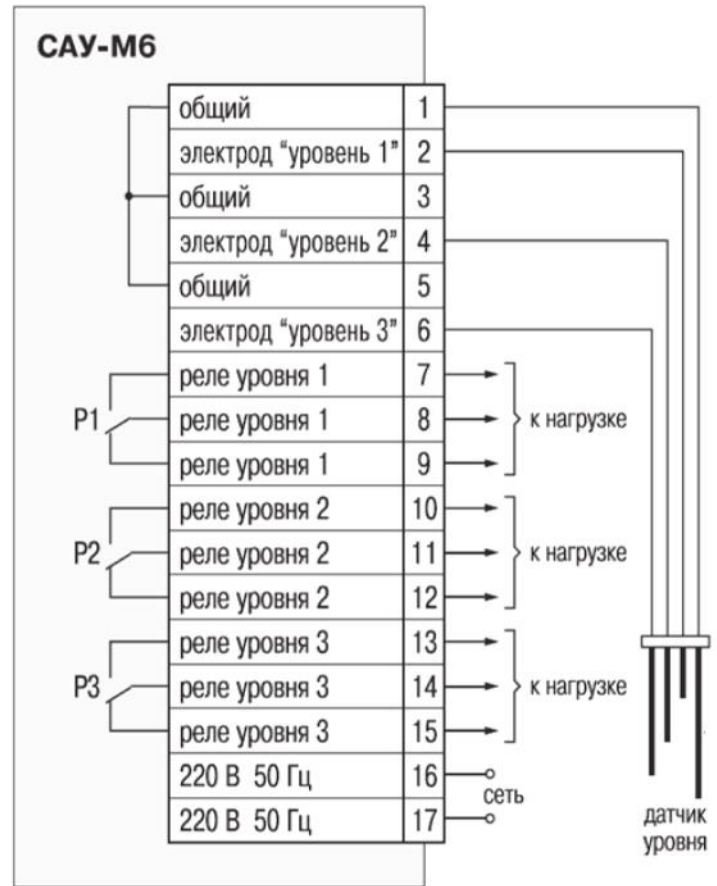


Рисунок 5.6 - Підключення до ОВЕН САУ-М6

6.2.2.Сигналізатор САУ-М6

Будова, принцип дії і конструкція

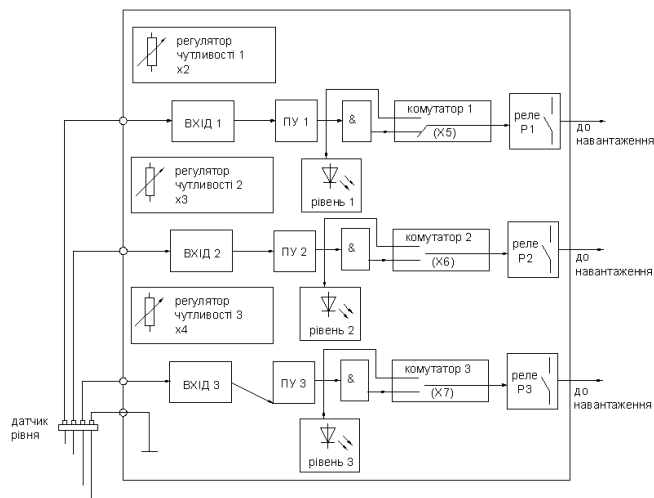


Рисунок 5.7 – Принцип дії сигналізатора ОВЕН САУ-М6

Пристрій складається з трьох однакових по функціях каналів контролю рівня:

- давач рівня;
- вхід;
- порогів пристрій із сигнальним світло діодом;
- вихідне реле.

Таблиця 5.2

Технічні характеристики і умови експлуатації

Параметр	Значення
Живлення	
Напруга живлення	220 В, 50Гц
Допустиме відхилення напруги живлення	-15...+10%
Потужність, ВА, не більше	6
Входи	
Кількість каналів контролю рівня	3
Напруга живлення давачів рівня, не більше	10В
Виходи	
Кількість вихідних реле	3
Допустиме навантаження на контакти реле	4А
Корпус	
Габаритні розміри	130x105x65
Ступінь захисту	IP44
Маса, кг, не більше	0,7
Середній строк роботи, років	8

Схеми підключення електродів

У приладі в якості давачів рівня застосовуються кондуктометричні зонди, які можуть бути використані для контролю рівня рідин, що володіють електропровідністю. Наприклад, розчини кислот і лугів, розплавлені метали, вода і водні розчини солей, молоко і т. п. Кондуктометричні зонди найпростішої конструкції являють собою ізольовані один від одного металеві електроди, виконані з корозійностійких матеріалів.

Один з електродів є загальним для всіх каналів контролю. Він встановлюється в резервуарі так, щоб робоча частина електрода перебувала в постійному контакті з рідиною у всьому діапазоні контролю (від нижнього рівня до верхнього включно).

Підключається цей електрод до одного з контактів (2) приладу (малюнок 3.2, а). При контролі рівнів рідини в металевому резервуарі в якості загального електрода може бути використаний корпус резервуара (рисунок 5.2, б). Решта електродів є сигнальними (1). Вони розташовуються на відповідних своєму призначенню рівнях і підключаються до сигнальних входів 1, 2, 3 приладу (контакти «Рівень 1», «Рівень 2» і «Рівень 3» на схемі підключення, див. Додаток А). У міру заповнення

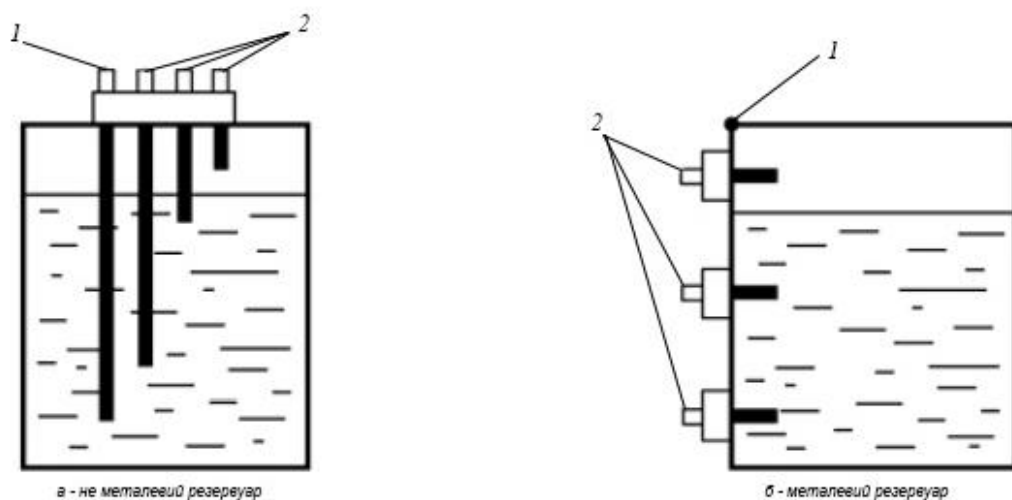


Рисунок 5.8 – Схема розташування вимірювальних електродів

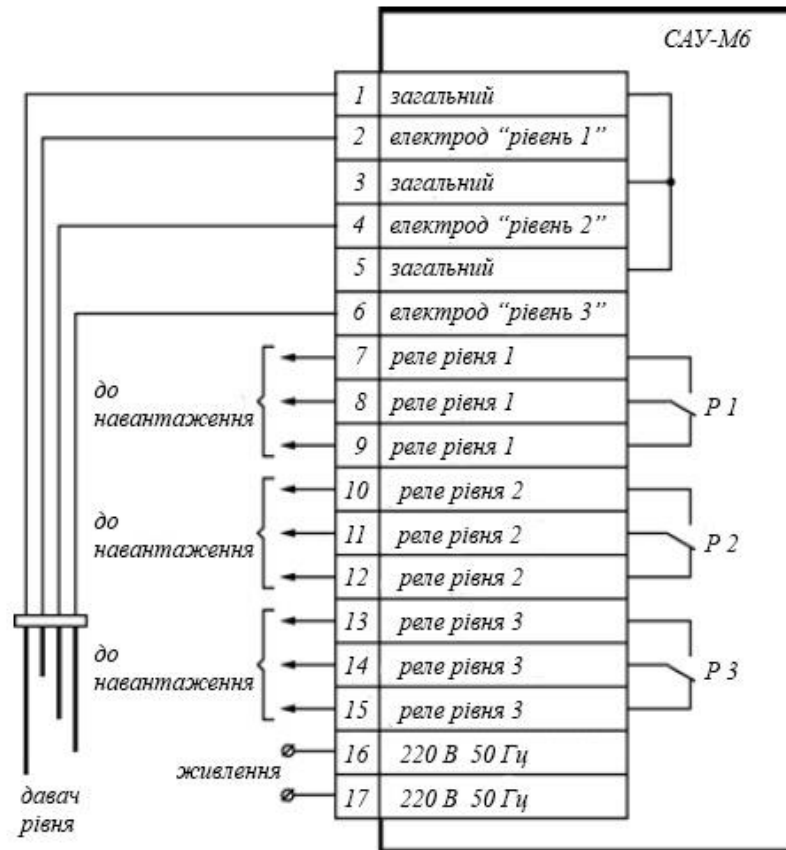


Рисунок 5.9 - Схема підключення САУ-М6

6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Реалізація проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів складається з низки послідовних та взаємопов'язаних етапів.

Норми часу на виконання науково-дослідницької роботи розраховуватимуться на основі середнього часу виконання стадії в годинах, що наведені в таблиці 5.1 разом із інформацією про виконавців і сумарною кількості затраченого часу.

Таблиця 6.1

Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Підготовча стадія	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
2	Технічна пропозиція	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
3	Створення технічного завдання	Проектний менеджер	20
		Інженер-програміст	
4	Проектування системи	Інженер-програміст	200
5	Практична реалізація	Інженер-програміст	200
6	Тестування системи	Тестувальник	20
7	Верифікація системи	Тестувальник	20
		Інженер-програміст	
		Проектний менеджер	
8	Створення документації	Інженер-програміст	50
9	Заключна стадія	Проектний менеджер	20
Разом			650

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Реалізація інформаційної системи управління безпекою об'єкту складається із підготовчого етапу, етапу технічної пропозиції, створення технічного завдання, проектування системи, практичної реалізації, тестування, верифікації та заключного етапу.

В підсумку на реалізацію проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів необхідно 650 людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

6.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи прямо залежить від кількості витраченого працівниками часу на роботу, ставки в годину чи місяць, кількість відрахувань на соціальні заходи встановлених в законному порядку на час розрахунку.

В результаті розрахунку потрібно визначити основну та додаткову заробітну плату, витрати на соціальні заходи та на основі цих даних визначити сумарні витрати на оплату праці.

Основна заробітна плата нараховується за виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Наймані працівники для розробки інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів працюють згідно контракту, який в якому вказано їхню погодинну ставку. Тобто розрахунок заробітної плати працівників відбуватиметься на базі тарифної ставки та кількості відпрацьованих годин.

У штаті найманих працівників для розробки інформаційної системи залучено проектного менеджера, інженера-програміста і тестувальника.

Тарифні ставки учасників процесу розробки інформаційної системи:

Проектний менеджер – 150 грн./год.

- Інженер-програміст – 130 грн./год.

- Тестувальник – 100 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 5.1:

$$Z_{\text{осн.}} = T_c * K_{\Gamma}, \quad (6.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_{Γ} – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою 6.1;

$$Z_{\text{осн.}} = 150 * 80 + 130 * 530 + 100 * 40 = 84900 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 %% від суми основної заробітної плати й визначається за формулою 6.2.

Коефіцієнт додаткових виплат працівникам становить 0,1.

$$Z_{\text{дод.}} = Z_{\text{осн.}} * K_{\text{допл.}} \quad (6.2)$$

де $K_{\text{допл}}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам

$$Z_{\text{дод.}} = 84900 * 0,1 = 8490 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці (фонд заробітної плати) визначаються за формулою 6.3:

$$V_{\text{о.п.}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{дод.}} \quad (6.3)$$

$$V_{\text{о.п.}} = 84900 + 8490 = 93390 \text{ грн.}$$

З цієї суми утримуються обов'язкові відрахування на заробітну плату:

- Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), що становить 22%%;
- Військовий збір (ВЗ), що становить 1,5%%;

Сума відрахувань становить 23,5%% від фонду оплати праці та визначається за формулою 5.4:

$$V_{\text{с.з.}} = \Phi_{\text{оп}} * 0,235 \quad (6.4)$$

де $\Phi_{\text{оп}}$ – фонд оплати праці, грн.

$$V_{\text{с.з.}} = 93390 * 0,235 = 21946,25 \text{ грн.}$$

Усі витрати обчислюються детально наведені в таблиці 6.2 та обчислюються за формулою 6.5:

$$B_{\text{зн}} = \Phi\text{ЗП} + \Phi\text{ОП} \quad (6.5)$$

$$B_{\text{зн}} = 93390 + 21946,25 = 115336,65 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

№з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Проектний менеджер	150	80	12000	525	-	-
2.	Інженер-програміст	130	530	68900	2600	-	-
3.	Тестувальник	100	40	4000	300	-	-
Разом		380	650	84900	8490	21946,25	115336,25

Опираючись на розрахунки витрат на оплату та зведену таблицю результатів 6.2 видно, що всього витрати на плату праці становлять 115336,25 грн.

6.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати є невід'ємною частиною розробки інформаційної та визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни за формулою 6.6:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (6.6)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 6.7:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei}. \quad (6.7)$$

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків матеріальних витрат.

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	CD диски	шт.	2	7,45	14,90
2	Папір для друку	листів	500	0,15	75,00
3	Чорнила для принтера	шт.	1	80,00	80,00
Всього					169,90

Згідно проведених розрахунків, матеріальні витрати становлять 169,90 грн.

6.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Однією із статей витрат є витрати на електроенергію під час проходження усіх етапів реалізації кінцевого продукту.

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою 6.8:

$$Z_e = W * T * S, \quad (5.8)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,42 грн.

Потужність комп'ютерів для реалізації кінцевого продукту – 400 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 6.1 – 650 годин.

Визначимо витрати на електроенергію згідно формули 6.11:

$$Z_e = 0,4 * 650 * 2,42 = 629,20 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію становлять 629,20 грн.

6.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Для будь якої діяльності характерною є властивість зношування на зниження якості властивостей інструментарію та фондів за допомогою яких ведеться діяльність.

Для вирішення проблеми із відновленням даних фондів використовується амортизація, що являє собою процес трансформації вартості основних фондів на вартість продукції, яка щойно була створена, задля повного відновлення основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань використовується формула 6.9:

$$A = (B_B * N_A) / 100\% \quad (5.9)$$

де, B_B – балансова вартість обладнання, грн;

N_A – норма амортизаційних відрахувань в рік, %%;

– річний робочий фонд часу, год;

– фактичний час роботи обладнання по написанню програми, год.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 %% (квартальна – 15 %%).

Річний робочий фонд становитиме 2352 годин, так як робочий день становить 8 годин, а кількість робочих днів в місяці становить 24,5 годин.

Для даної розробки засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 18500 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 18500 \cdot 5\% / 100\% = 925 \text{ грн.}$$

Згідно проведених обчислень амортизаційні відрахування становлять 925 грн.

5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 %% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_e = B_{on} * 0,2 \dots 0,6, \quad (5.10)$$

де H_e – накладні витрати.

Отже, накладні витрати становлять згідно формули 6.10:

$$H_e = 93390 * 0,2 = 18678 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 18678 грн.

6.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків наведено у таблиці 6.4.

Таблиця 5.4

Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В %% до загальної суми
Витрати на оплату праці	93390	0,69
Відрахування на соціальні заходи	21946,25	0,15
Матеріальні витрати	169,9	0,01
Витрати на електроенергію	256,52	0,01
Амортизаційні відрахування	925	0,01
Накладні витрати	18678	0,13
Собівартість	135365,7	100

Собівартість (C_e) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_e = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_e + A + H_e . \quad (6.11)$$

Отже, собівартість розробки системи дорівнює:

$$C_e = 135365,70 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 135365,70 грн.

6.8 Розрахунок ціни розробки системи

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$Ц = (C_B * (1 + P_{рен}) + K * B_{н.і.}) / K * (1 + ПДВ) \quad (6.12)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30 %%; K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); $ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %%).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти K та $B_{н.і.}$, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_B * (1 + P_{рен}) * (1 + ПДВ) \quad (6.13)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 135365,70 * (1 + 0,3) * (1 + 0,2) = 211170,49 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни програмного продукту становить 211170,49 грн.

6.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.14)$$

де Π – прибуток; C_B – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = Ц - C_{\epsilon} . \quad (6.15)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 211170,49 - 135365,70 = 75804,79 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.16)$$

Тоді,

$$E_p = 75804,79 / 135365,70 = 0,56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = 1/E_p \quad (6.17)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,79 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 75804,79 грн., економічна ефективність дорівнює 0,56, а термін окупності становить 1,79 року що вважається доцільним та економічно вигідним.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління

Питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях розглянуті для етапу проектування й розробки системи аналізу та візуалізації кліматичних даних.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці. Завдання охорони праці – звести до мінімуму ушкодження та захворювання працівника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Основними цілями охорони праці є формування в спеціалістів необхідних знань і практичних навичок по правових і

організаційних питаннях охорони праці, виробничій санітарії, техніці безпеки, пожежній безпеці.

7.2. Загальна характеристика приміщення і робочого місця

Розробка системи аналізу та візуалізації виконується в приміщенні, яке знаходиться на четвертому поверсі восьмиповерхового будинку з загальним та місцевим освітленням. В приміщенні одностороннє освітлення, вікна орієнтовані на схід, на вікнах є ролети. Стеля білого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,7, стіни цегляні світлого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,5. В приміщенні працює 4 людини, відповідно до цього отримуємо вхідні дані для аналізу потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Вхідні дані

Параметри приміщення	Значення
Довжина x ширина x висота	6,6 x 6,1 x 2,7 м
Площа	40,26 м ²
Об'єм	108,70 м ³
Номер робочого місця	Специфіка роботи
I робоче місце	Front-end програміст (спеціаліст з розробки клієнтської частини веб- застосунків)
II робоче місце	Back-end програміст (спеціаліст з розробки серверної частини веб застосунків та проектування баз даних)
III робоче місце	Бізнес-аналітик (також виконує роль менеджера продукту)
IV робоче місце	UI-UX веб-дизайнер
Технічні засоби (кількість)	Назва та характеристики
Монітор (4 шт.)	HP 22Xi/21,5"/1920x1080px/IPS
Комп'ютер (4 шт.)	HP ProBook 440 G6, екран 14" IPS (1920x1080) Full HD, Intel Core i7-8565U (1.8 - 4.6 ГГц)/RAM 16 ГБ/SSD 256 ГБ

Підлоговий кулер (1 шт.)	CRYSTAL YLR3-5V208
Кондиціонер (1 шт.)	DEKKER DSH105R/G/26м ² /2,65кВт- 2,9кВт/25x74,5x19,5см/9 кг
Світильники загального призначення (3 шт.)	Світильник растровий вмонтований 4x18W
Світильники місцевого призначення (4 шт.)	DeLux Décor TF-05 / 1 x 40Вт

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 [14] площа S' , виділена для одного робочого місця з персональною ЕОМ, повинна бути не менше 6 м² і об'єм – не менше 20 м³. У приміщенні розташовано 4 робочі місця, що повністю відповідає необхідним нормам.

Розрахуємо фактичні значення цих показників, розділивши об'єм приміщення та загальну площу на кількість працюючих.

Отже, виходячи з отриманих результатів за характеристиками площі та об'єму, приміщення відповідає нормам.

Таблиця 5.2

Характеристики робочого місця

№	Найменування параметру	Значення	
		фактичне	нормативне
1.	Висота робочої поверхні, мм	780	680 – 800
2.	Ширина робочої поверхні, мм	1500	не менше 600
3.	Глибина робочої поверхні, мм	750	не менше 600
4.	Висота простору для ніг, мм	750	не менше 600
5.	Ширина простору для ніг, мм	800	не менше 500
6.	Глибина простору для ніг, мм	750	не менше 450
7.	Висота поверхні сидіння, мм	480	400 – 500
8.	Ширина сидіння, мм	500	не менше 400
9.	Глибина сидіння, мм	500	не менше 400
10.	Висота опорної поверхні спинки, мм	550	не менше 300
11.	Ширина поверхні спинки, мм	470	не менше 380

12.	Довжина підлокітників, мм	300	не менше 250
13.	Ширина підлокітників, мм	60	50 – 70
14.	Відстань від очей до екрану, мм	650	600 – 700

Можна зробити висновок, що розміри робочого місця програміста відповідають встановленим нормам, виходячи з заданих параметрів.

7.3. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів на робочому місці

При створенні системи аналізу та візуалізації робота виконується сидячи без фізичних зусиль, тому відноситься до категорії легка Іа.

Приміщення для роботи мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до ДБН В.2.5-67:2013. Нормовані параметри мікроклімату, іонного складу повітря, вмісту шкідливих речовин відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99, ГН 2152-80, ГОСТ 12.1.005-88, ДСТУ ГОСТ 12.0.230:2008 та ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006. Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних місцях та зонах обслуговування приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції – вилучити із приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря та подати чисте свіже повітря.

Джерелами шуму в приміщенні є вентилятор системного блоку, ноутбуку та кондиціонер. Звук, що створюється вентилятором та кондиціонером, можна класифікувати як постійний.

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 робота відноситься до розряду зорових робіт. Передбачається використання природного, штучного та змішаного освітлення.

ЕОМ є однофазним споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220В від мережі із заземленою нейтраллю. ІВМ РС відноситься до електроустановок до 1000В закритого виконання, всі струмопровідні частини знаходяться в кожухах. За способом захисту людини від ураження електричним струмом, ЕОМ і периферійна техніка повинні відповідати 1 класу захисту.

Технічні методи захисту від ураження струмом зводиться до застосування струму безпечної напруги, захисту у випадку випадкового доторкання до струмоведучих частин і від надмірних струмів, захисту у випадку переходу напруги на неструмоведучі металеві частини установки.

Безпечну напругу одержують від сітки підвищеної напруги (110-120 В) за допомогою знижувальних трансформаторів.

Захисту від доторкання до струмоведучих частин установки досягають за допомогою ізоляції, відгородження застосування блокуючих пристроїв запобіжної сигналізації та неприступності розташування установок.

Розподільні щитки поміщають у закриті металеві кожухи-ящики.

Запобіжну сигналізацію застосовують у вигляді плакатів і надписів. Найкращими світловими сигналізаціями є подвійні, яких при наявності напруги горить червона лампочка, а при її відсутності - зелена.

Захист від надмірних струмів – короткого замикання і струмів перевантаження, які можуть спричинити займання ізоляції, здійснюється запобіжниками й автоматичними вимикачами, а захист від переходу напруги на струмоведучі частини за допомогою захисного заземлення і захисного вимикання.

Запобігання пожежі досягається виключенням утворення джерел

загорянь і горючого середовища.

В цьому приміщенні можливі пожежі таких класів: А – горіння твердих речовин, Е – горіння електроустановок під напругою.

7.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Великі аварії і катастрофи можуть призвести до загибелі людей і завдати відчутної шкоди. Тому забезпечення безаварійної роботи на підприємстві потрібно розглядати як важливе завдання, що вимагає уваги керівників усіх рівнів та інженерно-технічного персоналу. Аварії можуть відбутися в результаті стихійних лих, допущених прорахунків у проектуванні, будівництві й устаткуванні підприємств; введення в експлуатацію об'єктів з великими недоробками і відступами від проектів; прийняття в експлуатацію вентиляційних систем без випробування їх на ефективність роботи; недоробок з техніки безпеки й охорони праці; незадовільного оснащення контрольно-вимірювальною, захисною, блокуючою апаратурою і недостатньої герметичності технологічного устаткування. Вони можуть бути також наслідком технологічних процесів, несправності електропроводки та відсутності надійних систем пожежогасіння.

Кожна конкретна аварія викликається сукупністю ряду причин і несприятливих факторів у результаті низького рівня обізнаності персоналу, допущеної недбалості, порушені правил техніки безпеки. Вивчення причин аварій і всебічна оцінка ступеня небезпеки дозволяють правильно визначити заходи щодо їх попередження, передбачити необхідні заходи захисту людей і зниження збитків.

Основними заходами щодо ліквідації наслідків великих аварій є: оповіщення про небезпеку робітників та службовців; комплексна розвідка об'єкта, на якому відбулася аварія; порятунок людей з-під завалів, зі

зруйнованих і пошкоджених будинків та споруд; надання медичної допомоги постраждалим і евакуація їх у лікувальні установи; гасіння пожеж; локалізація аварій на комунально-енергетичних мережах, які перешкоджають веденню рятувальних робіт; улаштування проїздів і проходів до місць аварії; обвалування нестійких конструкцій, розбирання завалів, демонтаж збереженого устаткування, якому загрожує небезпека.

Швидке проведення рятувальних робіт і оперативна ліквідація наслідків аварії вимагають значних сил і засобів, для цих цілей залучаються спеціальні та територіальні формування загального призначення.

Рятувальні роботи в місцях аварії проводяться в умовах загазованості, а при пожежах – задимленості і високих температур, щоб забезпечити безперервність роботи з наростаючим темпом, ресурси поділяють на зміни і виділяють резерви.

Рятувальні роботи та допомога потерпілим організуються негайно після виникнення аварії. До місця аварії першими повинні прибувати протипожежні команди, підрозділи міліції, машини швидкої медичної допомоги.

Ліквідація наслідків аварії може здійснюватися одночасно на всьому об'єкті чи на окремих ділянках у тих випадках, коли мається достатня кількість сил і засобів, роботи проводяться відразу на всій площі. Якщо сил недостатньо, роботи повинні проводитися послідовно, в першу чергу їх починають там, де необхідно надати допомогу людям, і на ділянках, які становлять найбільшу небезпеку.

Перша медична і лікарська допомога надається постраждалим, які знаходяться в стані шоку, а також звільненим з-під завалів і уламків. Витягування людей з-під великих завалів здійснюється з дотриманням заходів безпеки, їм надається невідкладна медична допомога з наступною евакуацією в лікувальні установи.

Для організації робіт з ліквідації наслідків аварій і катастроф на об'єкті створюється постійно діюча надзвичайна оперативна група під керівництвом головного інженера. У надзвичайних умовах вона працює під загальною координацією районної (міської) надзвичайної комісії.

Ліквідація наслідків аварії проводиться в чотири етапи:

1. Вживання екстрених заходів (попередня оцінка обстановки, надання допомоги потерпілим, вживання екстрених заходів по захисту робітників, службовців, населення, локалізація аварії та організація розвідки).

2. Оперативне планування (розвідка, уточнення обстановки, розрахунок необхідних сил і засобів, оцінка масштабів збитків, планування робіт з ліквідації наслідків аварії).

3. Рятувальні роботи (розшук потерпілих, їх витягування з-під завалів, з палаючих будинків, евакуація людей із зони аварії, надання першої медичної й інших видів допомоги постраждалим).

4. Ліквідація наслідків (заходи щодо створення умов для забезпечення життєдіяльності населення в районі аварії, відновлення функціонування).

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1. Актуальність екологічних проблем

Сучасна екологія – це наукова база для розробки тактики та стратегії поведінки людства. Її закони навчають, що людство є частиною природи й своїм існуванням залежить від функціонування природних систем.

Суспільству потрібно усвідомити необхідність орієнтування не на боротьбу з наслідками, які руйнують природу, а на усунення самих причин знищення природи. Закони екології лежать в основі не лише біологічного, а й соціального буття. З розширенням екологічної кризи вони сьогодні стають більш актуальними.

Спричинений політичними, економічними помилками та серйозними екологічними прорахунками теперішній стан природного середовища України оцінюється фахівцями як критичний, коли вже неможливі його самовідновлення й самоочищення: відбуваються активна деградація й небезпечне знищення останніх природних ресурсів. Ліквідація глобальної екологічної кризи є на сьогодні найважливішим завданням людства. Для його вирішення, перш за все, необхідні зміни екологічної стратегії й тактики, організація всебічної екологічної освіти, виховання екологічної свідомості всього населення Землі.

В зв'язку з глобальною екологічною кризою в Україні розпочато екологічну реформу в 1991 році прийняттям закону “Про охорону навколишнього середовища”, було створено відповідний комітет, який згодом реформували в Міністерство екології та природних ресурсів України.

Згідно Законів України “Про охорону навколишнього природного середовища” (від 25.06.91 р. із змінами від 05.03.98...14.12.99 р.) та “Про екологічну експертизу” (від 09.02.95 р.) кожен проект, що розробляється,

необхідно проаналізувати з точки зору негативного впливу на довкілля і відшукати шляхи зменшення цього впливу.

8.2. Етапи та техніка збору та обробки екологічної інформації

Екологічна інформація являє собою сукупність даних про динаміку кількісних та якісних змін стану природних об'єктів довкілля, їх взаємозв'язок і закономірності розвитку. Ця сукупність даних є базою для проведення оцінки екологічного стану навколишнього середовища та прийняття рішень в області екології [20]. Накопичена екологічна інформація створює банки еколого-економічних даних, які є одним із ефективних засобів розуміння законів і закономірностей екологічного стану навколишнього середовища.

Екологічну інформацію про навколишнього середовище та його стан одержують з різних джерел:

1) джерела первинної інформації (результати досліджень через спостереження, експеримент та під час експедицій). Вони є ваговою частиною усього матеріалу;

2) джерела вторинної інформації (це вже зведена інформація про стан здоров'я людей і навколишнього середовища, стан екологічної безпеки господарської діяльності та загалом всі екологічні ситуації на окремих об'єктах і регіонах).

3) джерела науково-теоретичної інформації (таблиці, карти, описи тощо);

4) джерела правової інформації.

Екологічна інформація має різний характер – аналітичний, синтетичний і оперативний.

Аналітичний характер інформації зумовлюється великим об'ємом різнопланових і децентралізованих даних, які мають бути приведені в порівнянний вигляд.

Синтетичний характер інформації відіграє велике значення для глобального впливу на масштабні екосистеми шляхом обліку обставин, які належать до охорони природного середовища та раціонального використання ресурсів.

Оперативний характер виконує попереджувальні функції в різних напрямках підтримки охорони та рівноваги навколишнього середовища, його відтворення.

Потрібно враховувати різні аспекти при зборі і обробці екологічної інформації:

- інерційність інформації;
- вплив фонових факторів;
- новизну і розширення масштабів екологічної статистики;
- багатоетапний збір статистичних даних і нормативних параметрів.

Екологічна інформація є двох типів – первинна та похідна. Первинна інформація міститься в статистичній звітності, яка укладається організаціями та підприємствами, що пов'язані з шкідливим впливом на навколишнє середовище, експлуатацією природних ресурсів чи здійсненням природоохоронних функцій. Похідна, тобто вторинна екологічна інформація міститься в еколого-економічному паспорті підприємства чи організації.

Екологічні дослідження вимагають постійного дотримання чотирьох послідовних етапів:

1. Спостереження.
2. Формулювання вже на основі спостережень теорії про закономірність досліджуваного явища.
3. Перевірка теорії наступними спостереженнями.

4. Спостереження за тим чи є правдивими передбачення, які базуються на цій теорії.

Всі факти, які відносяться до конкретного питання, називають даними. Факти базуються на прямих або непрямих спостереженнях. Спостереження можуть бути якісними (смак, колір, форма, вигляд тощо) або кількісними (точніші). Внаслідок спостережень отримують так званий “сирий матеріал”, на основі якого вже формулюється гіпотеза.

Гіпотеза – це науково обґрунтоване припущення, що базується на спостереженнях, за допомогою якого можна пояснити те чи інше явище. Системний підхід є методологічною базою екологічної статистики.

В екології найпоширенішими є польові біометричні методи та експерименти. Збір екологічної інформації здійснюється за допомогою різних методів:

1. Ландшафтно-екологічний підхід (він дає змогу виділяти природні, штучні біогеоценози, прогнозувати сукцесії, досліджувати їх генезис, здійснювати екологічний моніторинг).

2. Ландшафтно-індикаційні спостереження (виконуються для виявлення характерних зовнішніх особливостей місцевості).

3. Польовий метод (здійснюються фенологічні спостереження, агрохімічні, агрофізичні, мікробіологічні дослідження ґрунтів, ботанічні, фізіологічні та біохімічні дослідження рослин).

4. Біохімічні спостереження (виконуються для вивчення речовинного складу рослинності).

5. Гідрохімічні спостереження (здійснюються для вивчення підземних вод).

6. Гідрогеологічні спостереження (проводяться для вивчення гідродинамічних, гідрохімічних і гідрофізичних особливостей стану підземних вод за допомогою природних джерел, криниць і гідрогеологічних свердловин).

7. Ґрунтово-газові спостереження (виконуються для дослідження активних зон тектонічних порушень, вивчення летючих забруднювачів, техногенних забруднень вуглеводами підземних вод чи порід).

8. Геохімічні спостереження ландшафтів (здійснюються для вивчення геохімічних характеристик різних компонентів навколишнього середовища).

9. Радіоекологічні спостереження (виконуються для на відбору проб ґрунту, повітря, води та біоти).

10. Дистанційні спостереження (дають змогу отримувати інформацію про стан окремих компонентів природного середовища і їх перетворення під впливом техногенезу, активності геологічних процесів тощо).

Полевий експеримент є практично неконтрольованим через неймовірну кількість природних факторів, які діють на об'єкт. Лабораторний експеримент є життєво контрольованим. У цьому і полягає між ними основна різниця. Екологічний експеримент є ефективним лише в поєднанні з третім методом екології - методом моделювання.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

У роботі було проаналізовано технологічний процес виробництва квасу. Вивчено основні особливості технологічного процесу та визначено найбільш впливові параметри, які необхідно контролювати для забезпечення високої продуктивності процесу та якості продукції.

Систему керування було реалізовано на базі програмованого логічного контролера М340, який забезпечив можливість повного контролю над процесом виробництва. Для реалізації НМІ авторами використано СКАДА систему Citect 7.0.

Вона дозволяє керувати усіма насосами та подачею компонентів в ємності для виконання процесу виробництва квасу.

Також у системі MATLAB було промодельовано процес бродіння та визначено основні визначальні параметри. Ними є температура та вміст глюкози при бродінні. Метою оптимізації є зменшення кількості мертвої маси при бродінні за рахунок забезпечення оптимального вмісту та температури в центральному танку.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. Modeling and simulation of the beer fermentation process and temperature control / Warnasooriya Mudiyansele Dilantha Rangana Warnasooriya: degree Master of Science in Sustainable Process Development. - University of Moratuwa, 2011. - Sri Lanka – 175 с.
6. Помозова В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков / В. А. Помозова.– М.: Профессия, 2006. – 192 с.
7. Ермолаева Г. А., Колчева Р. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.
8. Ковалевский К.А. Технология бродильных производств. Учебное пособие. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2004. – 340 с.
9. Домашние пиво и квас / авт.-сост. Любовь Смирнова. – Минск: Харвест, 2007. – 288 с.