

Ковбасюк Роман Васильович, Луциків Андрій Андрійович

Розробка та дослідження автоматизованої системи керування
технологічним процесом виробництва металополімерних труб

Керівник: д-р. техн. наук, проф. Стухляк Петро Данилович

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.

В магістерській роботі розглянуто процес виготовлення пластикових труб. Було проаналізовано основні аспекти технологічного процесу, визначено найбільш важливі параметри, які суттєво впливають на виробництво труб.

Розроблено автоматизовану систему керування процесом екструзії для виробництва полімерних труб.

Систему розроблено на базі програмованого логічного контролера Advantech з додатковими платами розширення. Розроблена система контролю процес екструзії та проводить регулювання температурних параметрів по ПІД закону регулювання. Також виконується адаптивне управління перетворювачами частоти для електродвигунів системи. Таке керування забезпечує збільшення часу роботи електродвигуну та захист від критичних режимів роботи.

Всі параметри технологічного процесу виводяться на екран оператора за допомогою СКАДА системи. За допомогою мнемосхеми оператор може швидко реагувати на критичні ситуації.

Ключові слова: ЕКСТРУЗІЯ, КОНТРОЛЕР, ПОЛІМЕР, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ПЛАСТИКОВА ТРУБА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1. Пластмасові труби: область застосування	8
1.2. Переваги і недоліки металопластикових труб.....	9
1.3. Матеріали для виробництва труб.....	11
1.4 Наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори та інші добавки для виробництва пластмаси	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1. Основні аспекти виробництва полімерних труб	18
2.2. Процес екструзії труб	19
2.3. Процес екструзії загалом	20
2.3.1 Одно шнекове екструдювання.....	22
2.3.2 Двохвинтові екструзії.....	26
2.4 Лінія екструзії труб.....	29
2.4.1 Пластина штифта, оправка та дивавлювана головка.....	30
2.4.2 Калібрування та охолодження.....	32
2.2.3 Знімач і фреза.....	34
2.2.4 Додаткове обладнання.....	35
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	37
3.1 Загальні аспекти функціонування системи	37
3.2 Цілі системи	38
3.3 Призначення та склад лінії екструзії.....	38
3.4 Критерій якості створеної системи	40
3.5 Обґрунтування системи контролю.....	42
3.6 Обґрунтування та створення структурної схеми	43
3.7 Комплекс технічних засобів.....	47
3.7.1 Обладнання нижнього (польового) рівня	47
3.7.2 Обладнання верхнього (диспетчерського) рівня.....	50
3.8 Функціональна схема автоматизації.....	50
3.9 Розробка інформаційних потоків.....	54
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	63

4.1. Алгоритм автоматичного регулювання.....	63
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	70
5.1 Опис середовища розробки системи СКАДА.....	70
6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	77
6.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи.....	77
6.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.....	78
6.3 Розрахунок матеріальних витрат.....	81
6.4 Розрахунок витрат на електроенергію.....	82
6.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	83
5.6 Обчислення накладних витрат.....	84
5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....	85
5.8 Розрахунок ціни розробки системи.....	86
5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	87
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	89
7.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління	89
7.2 Електробезпека	91
7.3 Розрахунок заземлення	94
8 ЕКОЛОГІЯ.....	98
8.1 Екологізація виробництва	98
8.2 Зниження енергоємності та енергозбереження.	99
8.3 Джерела електромагнітних полів, іонізуючого випромінення та методи їх знешкодження.	101
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	103
БІБЛІОГРАФІЯ.....	104

ВСТУП

У світовій практиці знайшли широке застосування пластмасові труби, що забезпечують великий термін служби, підвищену експлуатаційну надійність і зменшений термін будівництва газорозподільних і промислових трубопроводів. Технічна можливість і економічна доцільність використання пластмасових труб в вітчизняній нафтогазовій галузі не викликає сумніву, що обумовлює широке їх застосування в перспективі.

У зв'язку з розвитком нафтогазової галузі потреба в ефективних матеріалах для виготовлення труб нафтового і газового сортаментів різко зростає. Тому в останні роки особливо посилилася тенденція більш широкого використання при виробництві труб нових корозійностійких матеріалів, зокрема різних полімерів.

Неухильне зростання використання пластмасових труб, особливо в трубопровідних системах низького тиску і газорозподільних системах, характерний для всього світу. Так, наприклад, в США більше 90% споруджуваних газорозподільних трубопроводів в останні роки монтується з пластмасових труб. Крім транспортних цілей вони знайшли широке застосування для цементування, створення перемичок між платформами і тендерами, як рукавів компенсаторів для підтримки тиску пласта, рукавів для подачі палива на установки, що працюють під водою і т. д.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Пластмасові труби: область застосування

Пластмасові труби найбільш доцільно використовувати замість сталевих для спорудження міських газопроводів (таблиця 1.1.), Обв'язувальних трубопроводів на нафтових промислах для збору попутних газів, транспортування від свердловин корозійно-активних нафт, пластових вод і т.д.

Таблиця 1.1.

Область застосування різних пластмасових труб в залежності від допустимої тиску в газопроводі

Труби	Допустимий тиск	Область застосування
Поліетиленові	0,6	Поза території міст, селищ і сільських поселень
Поліхлорвініл	0,3	Поза території міст, селищ і сільських поселень
Поліетиленові з невеликим числом відгалужень від цих газопроводів	0,3	На території селищ і сільських населених пунктів з малим насиченням
Поліхлорвінілові з невеликим числом відгалужень від цих газопроводів	0,005	На території селищ і сільських населених пунктів з малим насиченням

Все більш широке використання пластмасових труб обумовлено будівництвом хімічних комбінатів і заводів, дешевизною сировини і відкриттям нових сировинних ресурсів, а також здешевленням виробництва і підвищенням якості та стабільності властивостей синтетичних смол за

рахунок вдосконалення існуючих та створення нових технологічних процесів в хімії полімерів, вдосконаленням і створенням нових методів виготовлення труб і т.д.

1.2. Переваги і недоліки металопластикових труб

Пластмасові труби мають наступні переваги:

- не схильні до електрохімічної корозії, втрати тиску на тертя в пластмасових трубах завдяки їх гладкій внутрішній поверхні приблизно на 30% менше, ніж в сталевих і чавунних;
- труби з пластмас в 5-8 разів легше сталевих і в 2-3 рази легше алюмінієвих;
- щільність пластмас для труб змінюється в широких межах, складаючи, наприклад, для поліетилену - 0,92 г / см³, для полівінілхлориду 1,4 г / см³;
- пластмасові труби не схильні до ґрунтової та атмосферної корозії і дії бактерій, тому не покриваються ізоляційним покриттям.

Досить висока механічна міцність пластмасових труб обумовлюється як міцністю самих полімерів, так і міцністю наповнювачів. Більшість пластмасових труб застосовують на тиск 0,3-1 МПа, а склопластикові труби - до 2,5 МПа. Імовірність руйнування пластмасового трубопроводу при замерзанні в ньому води мала, тому в зимовий період, коли споживання води припиняється, трубопроводи годі й спорожняти.

Термін служби пластмасових труб становить 50 і більше років.

Обмеження застосування пластмасових трубопроводів відбувається через основних недоліків:

- низький модуль пружності,
- низька теплостійкість,

- високий коефіцієнт лінійного розширення (що обумовлює необхідність пошуку компенсаторів),
- схильність повзучості і старіння.

Через більш низького модуля пружності, вони мене жорсткі, ніж сталеві. Модуль пружності найжорсткіших пластмас (склопластиків) на один - два порядки нижче, ніж у металів. Міцність пластмасових труб зменшується не тільки при нагріванні, але і в процесі експлуатації під тиском з плином часу при нормальній температурі, так як при цьому спостерігається повзучість матеріалу. Явище повзучості виражається в повільному деформуванні полімерного матеріалу (холодної плинності) з плином часу під дією постійного навантаження. Що призводить до зменшення товщини стінки матеріалу і його руйнування при нарузі, значно менших розрахункового. Допустиме тиск для трубопроводів, виготовлених із пластмас, строго обмежують.

Підвищення діючих навантажень, температури і корозійної активності середовища підвищує схильність до повзучості пластмасових труб. При застосуванні наповнювачів їх повзучість значно знижується, але не усувається повністю.

Старіння пластмасових труб проявляється в погіршенні їх фізико-механічних властивостей з плином часу. Атмосферні умови експлуатації трубопроводів (температура, вологість, сонячне світло) прискорюють процес старіння пластмас. Значне водопоглинання, що спостерігається у деяких пластмасових труб, призводить до погіршення іншого електричного властивостей і зміни зовнішнього їх виду через викривлення. Для зменшення впливу сонячних променів, кисню і вологи на властивості пластмасових труб в них вводять стабілізатори.

При низьких температурах знижується еластичність пластмасових труб і підвищується їх крихкість. Найменш морозостійкі пластмасові труби застосовують при температурі до -15 або до -20 ° С (труби ПВХ з оргскла).

Морозостійкість поліетилену -70°C , поліпропілену -35°C , фторопласта - 269°C .

Теплостійкість (максимальна температура, вище якої експлуатаційні властивості матеріалу різко погіршуються) пластмасових труб низька: для поліетиленових вона становить 120°C , для полівінілхлоридних труб 60°C , для поліпропіленових труб 150°C і для склопластикових труб $120-160^{\circ}\text{C}$.

Вогнестійкість пластмасових труб залежить від використовуваних полімерів і наповнювачів. Відомі горючі пластмаси - ацетобутірат-целюлоза, полістирол і ін. Полівінілхлорид, наприклад, тільки тліє, мочевіноформальдегідні смоли навіть перешкоджають загорянню. Майже всі пластмасові труби при температурі $300-400^{\circ}\text{C}$ розкладаються.

Теплопровідність пластмасових труб в 500-600 разів нижче теплопровідності металу. Це може служити і як позитивну властивість, наприклад, при транспортуванні гарячих продуктів.

Кілька велика вартість пластмасових труб компенсується меншою вартістю їх прокладки і збільшенням терміну служби.

1.3. Матеріали для виробництва труб

Основою пластмаси для виготовлення труб служить полімерне сполучна, а також наповнювач, пластифікатор, стабілізатор, барвник та інші добавки (інгредієнти).

Полімерна сполучна речовина являє собою однорідну полімерну смолу або композицію смол. Смолою називається складна суміш родинних або взаємно розчинних органічних високомолекулярних сполук, що знаходяться в стійкому твердо-рідкому стані. Смоли мають стабільну аморфно-склоподібну структуру і поділяються на природні, штучні і синтетичні. У виробництві пластмас застосовують синтетичні смоли (полімерні речовини), одержувані хімічним синтезом з низькомолекулярних сполук.

Полімери - це з'єднання, в молекулах яких однакові ланки з'єднані між собою хімічним зв'язком і повторюються багато разів. Полімерні з'єднання складаються в основному з вуглецю і водню. Іноді в їх складі є атоми кисню, хлору, азоту, кремнію, фтору та ін.

Структура макромолекул полімерів може бути лінійної, сітчастої, розгалуженої і просторової.

Полімери з лінійною структурою еластичні, при нагріванні розм'якшуються, розчинні в органічних розчинниках. Полімери з сітчастою структурою мають найбільшу міцність і теплостійкість.

На основі десятків полімерів, що знайшли застосування в промисловості, виготовляють сотні пластмас різних марок, які можна поділити:

I. Залежно від хімічної природи полімерів:

- Пластичні маси на основі високомолекулярних сполук, одержуваних полімеризацією (поліетилен, поліпропілен та ін.)
- Пластичні маси на основі полімерів, одержуваних поліконденсацією (пресспоршкі, Волокніту, текстоліти і ін.).

II. По відношенню до температури нагріву:

- Термопластичні полімерні сполуки. При нагріванні набувають пластичність, при охолодженні повертаються в твердий стан, повторно та неодноразово плавляться без зміни властивостей матеріалу.
- Терморективні полімерні сполуки при нагріванні легко переходять у в'язкотекучий стан, але зі збільшенням тривалості впливу підвищених температур в результаті хімічної реакції переходять в твердий нерозчинний і неплавкое стан.

1.4 Наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори та інші добавки для виробництва пластмаси

Полімерне сполучна цементує наповнювач і надає пластичні властивості всієї полімерної композиції. Наповнювачі служать для модифікації властивостей матеріалу. Вони покращують фізико-механічні, діелектричні та інші властивості пластмас, підвищують їх теплостійкість, зменшують усадку, а також знижують вартість.

У пластмасових трубах застосовують органічні і неорганічні наповнювачі. Органічні наповнювачі - деревне борошно, бавовняні пачоси, целюлоза, папір, бавовняна тканина, деревне шпон і стружка. Як неорганічні наповнювачі використовують азбест, графіт, скловолокно, склотканина, слюду, кварц і т.д.

Особливу групу наповнювачів складають армирующие скловолокнисті матеріали - скловолокно, стекложгута, скломати, склотканини, із застосуванням яких виготовляють, наприклад, склопластикові труби, по міцності не поступаються стали.

Останнім часом в якості наповнювачів застосовують графітизованого волокна, мають дуже високу міцність * (~ 300 МПа).

Пластифікатори вводять в пластмаси для поліпшення їх технологічних властивостей (при переробці та експлуатації) та підвищення їх еластичності. При зниженні температури склування смоли пластифікатори покращують морозостійкість, підвищують еластичність і гнучкість пластмас. Пластифікаторами можуть служити як низькомолекулярні, так і високомолекулярні сполуки різної природи (ефіри ароматичних і аліфатичних карбонових кислот, фосфорної кислоти, поліефіри та ін.)

Стабілізатори запобігають термічну деструкцію (розкладання) полімерних матеріалів в процесі їх переробки, а також зупиняють їх старіння

при експлуатації під дією атмосферних умов, підвищених температур і інших чинників.

Затверджувач (зшиває агент) вводять в полімерні композиції на певній стадії переробки з метою зшивання лінійних Мікромолекули в єдину тривимірну ую (зшити) сітку.

Барвник вводять в полімери для додання забарвлення. Полімери забарвлюють синтетичними органічними барвниками, а також органічними і мінеральними пігментами. Колір забарвлення не повинен змінюватися при виготовленні і експлуатації виробів із пластмас.

Мастильна речовина (стеарин, олеїнова кислота, трансформаторне масло) зменшує тертя всередині пластмасової композиції при її переробці в виробі, знижує її в'язкість і попереджає прилипання пластмаси до прес-формі.

Пластмасові труби для нафтогазопроводів виготовляються з наступних матеріалів:

Поліетилен-кристалічний полімер; при температурі близько 20 ° С ступінь кристалічності досягає 50 - 90% (в залежності від методу отримання).

В даний час відомо кілька промислових методів отримання поліетилену:

1. Полімеризація етилену при високому тиску (100-350 МПа). Одержуваний за цим методом поліетилен має середневесовою молекулярна вага 80 000-500 000, щільність 0,92-0,93 г / см³ і ступінь кристалічності 50 - 60%. Такий поліетилен називають поліетиленом високого тиску (ПЕВТ) або поліетиленом низької щільності (ПЕНЦ).

2. Полімеризація етилену при низькому тиску (нижче 4 МПа) з використанням металоорганічних каталізаторів. Средневесовою молекулярний вагу полімерів перебуває в межах 80 000 - 3 000 000, щільність 0,94-0,96 г / см³, а ступінь кристалічності 75 - 85%. Такий поліетилен

називається поліетиленом низького тиску (ПЕНД) або поліетиленом високої щільності (ПЕВЩ).

Поліетиленові труби діаметром до 200 мм виготовляють методом екструзії шляхом безперервного видавлювання, розм'якшеного пластика через профільне отвір головки шнек-машини. Для труб діаметром 300-1200 мм застосовують спосіб відцентрового лиття, а також спосіб намотування стрічки поліетилену на обертається сердечник. Стрічку розплавленого поліетилену отримують методом екструзії.

Поліетиленові труби мають деякі переваги, завдяки яким вони отримали найбільш широке застосування:

- еластичність, морозостійкість, мале водопоглинання (менше 0,03%);
- велика хімічна стійкість, високі діелектричні й теплоізоляційні властивості,
- простота переробки у вироби і невелика собівартість;
- легкість, прекрасна опірність ударним навантаженням і здатність витримувати напруги, що виникають у разі замерзання води в трубах;
- Не піддаються впливу блукаючих струмів.
- незначні втрати напору завдяки гладкості стінок;
- велика гнучкість поліетиленових труб діаметром до 70 мм дозволяє випускати їх довжиною 100-200 м і поставляти намотаних на котушках.

До недоліків поліетиленових труб відносять їх невелику теплостійкість, високий коефіцієнт лінійного розширення, схильність тепловому і світловому старінню, займистість і горючість. Великий недолік поліетилену - повзучість, тобто повільна деформація при дії навантажень.

За номінальному умовному тиску напірні труби з ПЕНД і ПЕВТ діляться на чотири типи: легкого - тип Л (номінальний тиск 0,25 МПа); середнього - тип СЛ (номінальний тиск 0,4 МПа), середнього - тип С (номінальний тиск 0,6 МПа); важкого - тип Т (номінальний тиск 1 МПа).

З'єднують поліетиленові труби один з одним зварюванням в розтруб, а також за допомогою муфт, втулок, фланців. З'єднання з арматурою і зі сталевими трубами виконують сталевими або полімерними фланцями.

Труби з поліпропілену (ПП)

Вони відрізняються від поліетиленових легкістю і теплостійкістю. Міцність ПП труб вище, а газо- і паропроникність нижче. Вартість поліпропілену вище, ніж у поліетилену.

Поліпропілен більш жорсткий матеріал, ніж поліетилен. Поліпропілен має більш високу температуру плавлення, ніж поліетилен, і відповідно більш високу температуру розкладання. Чистий поліпропілен плавиться при температурі 176 проти 100 --120 у поліетилену. Перевершуючи поліетилен по теплостійкості, поліпропілен поступається йому по морозостійкості. Його температура крихкості (морозостійкість) коливається від -5 до -15, коли у поліетилену цей показник -100 до -150.

Вироби з поліпропілену виготовляють відцентровим способом або екструзією в атмосфері азоту при температурі 150 - 2500С і тиску 7 - 20 МПа.

Труби з полівінілхлориду (вініпласту)

Шляхом пресування і лиття під тиском з вінілпласта виготовляють різну арматуру, патрубки, трійники, хрестовини, фланці та ін. Матеріал легко зварюється і екструдуються.

ПВХ труби в порівнянні з поліетиленовими мають трохи більшу щільність, меншу морозостійкість і високий

ю хімічну стійкість по відношенню до транспортуються за ним газу, нафти та інших нафтопродуктів, стійкістю до багатьох хімічних середовищ, водостійкість, грібостійкістю.

ПВХ труби схильні до старіння від дії ультрафіолетових променів, не дивлячись на присутність стабілізаторів (термін експлуатації не більше 20 років).

Труби з ПВХ чутливі до надрізів, подряпин, в результаті яких зростає ударна в'язкість. При тривалій дії постійної напруги має схильність до наростання деформації, тому вони мають обмежений межа застосування по робочим тискам і температурі. Підвищення температури призводить до збільшення пластичності і зменшення міцності труб. Низькі температури, навпаки, викликають наростання тендітних властивостей.

Проводять також труби з термопластів і фторопластов.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Основні аспекти виробництва полімерних труб

Виробництво полімерних труб невеликого діаметру з високими відхиленнями розміру - це складний процес, який вимагає екструзійного обладнання високого класу, щоб відповідати суворим стандартам якості.

Екструдери разом із керованими системами штампування використовуються в чистому приміщенні для забезпечення рівномірної якості та стерильності продукту. Процес екструзії в трубці - це безперервний процес, на який впливають температура розплаву полімеру, тиск маси розплаву всередині екструдера, швидкість руху лінії, швидкість охолодження та інші параметри, які можуть сильно впливати на якість готового продукту. Постійно вимірюючи шорсткість поверхні та контролюючи топографію поверхні в режимі он-лайн в процесі виготовлення, можна побачити зміни виробу в режимі реального часу, які вказують на зміни загальної якості виробу. Якщо шорсткість поверхні збільшується або зменшується за попередньо встановлені межі, можна негайно вжити коригувальні дії, можливо, заощаджуючи час, матеріали та підвищуючи продуктивність процесу.

Порівняння результатів показало подібні значення з деякими варіаціями через відмінності між методиками. Лабораторні вимірювання проводилися з двома термопластичними матеріалами, лінійним поліетиленом низької щільності, що є еталонним матеріалом, і термопластичним уретаном, який є матеріалом, що зазвичай використовується в медичних трубках. Крім того, для кращого розуміння потреб у медичних трубках, матеріалів та виготовлення було проведено інтерв'ю з експертами та вивчено посилення на літературу для формування теоретичної основи дипломної роботи.

Незважаючи на те, що перед нами виникли певні труднощі, вимірювання проводилися успішно, і результати різних параметрів обробки можна було інтерпретувати за результатами. Оптична он-лайн вимірювальна техніка виявилася корисним інструментом для контролю та контролю якості трубки під час виготовлення, вимірюючи шорсткість поверхні з великою точністю. Крім того, якщо хочеться знайти правильні параметри обробки для нового матеріалу, методика може надати інформацію, коли досягнуто адекватних швидкостей зсуву та пластифікації матеріалу. Це може бути великою перевагою в галузі пластмасових труб, де можуть знадобитися тривалі випробування, щоб знайти відповідні параметри процесу для нових матеріалів.

2.2. Процес екструзії труб

Екструзія труб - це процес, коли розплавлений полімерний матеріал екструдується через штамп у форму трубки або труби. Лінія екструзії трубок складається з декількох блоків, які повинні функціонувати разом синхронізовано для отримання високоякісної продукції. Виробнича лінія може бути досить довгою, і неправильне налаштування або неправильні параметри процесу можуть сильно вплинути на якість готової продукції.

У цьому розділі пояснюються основні принципи та деякі теоретичні передумови процесу екструзії полімерів. Пояснення роботи одно- та двошвидних шнекових екструдерів та коротко висвітлено поведінку розплаву полімерів у екструдері. Обладнання для труб екструзії труб та труб пояснюється перед тим, як перейти до екструзії медичної трубки малого діаметру за допомогою мікроекструзії. Крім того, коротко висвітлено основні операції з покриття дроту та кабелю.

2.3. Процес екструзії загалом

Процес екструзії використовує обертовий гвинт всередині нагрітого стовбура для гомогенізації та розплавлення термопластичних полімерних гранулятів у щільну масу. Плавлення відбувається за допомогою тепла і тертя. Розплавлена маса проходить через штамп, який надає матеріалу остаточну форму. Процес екструзії може бути використаний у виробництві різних суцільних виробів, таких як трубки, труби, плівки та покриття. Крім того, екструзію можна також використовувати для змішування різних полімерів разом з добавками та кольоровими агентами та при виробництві полімерних гранулятів.

Процес екструзії починається з подачі полімерного матеріалу в екструдер. При екструзії полімерних матеріалів сировина зазвичай знаходиться у формі гранулятів або порошку. Існує небагато різних способів здійснення подачі матеріалу, з яких два найпоширеніші способи

- безперервна подача
- ниткова змішувальна подача.

Найпростіший спосіб - це подача, коли матеріал поміщається в бункер, який знаходиться безпосередньо над горлом подачі екструдера. Матеріал подається в екструдер за допомогою сили тяжіння і обертання гвинта. У способі подачі паводка пропускна здатність екструдера прямо пропорційна швидкості шнека. При другому способі подача швидкості пропускної здатності не пропорційна швидкості обертання гвинта, оскільки матеріал осаджується у живильниках над подачею. Гвинт видаляє матеріал швидше, ніж він подається в екструдер, тому пропускна здатність залежить від швидкості подачі. Подача затоплення та ниткова подача зображені на рис. 2.1.

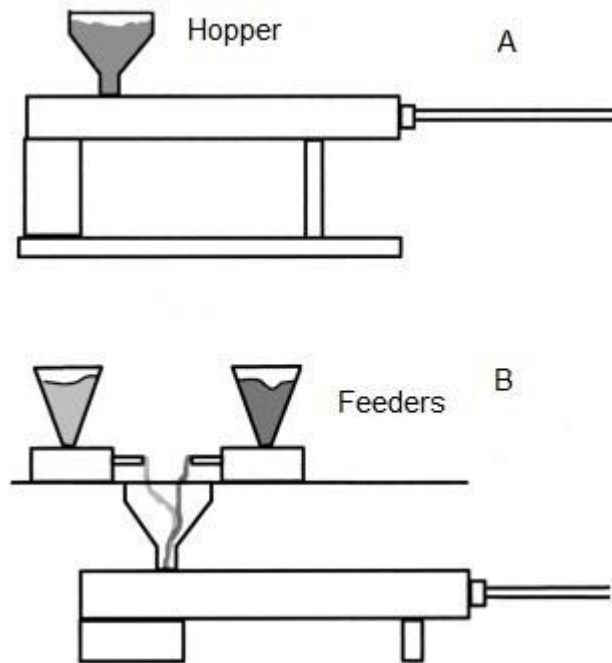


Рисунок 2.1 – Способи екструзії: а) екструдер, безперервного литва; б) екструдер ниткового литва.

З подаючого пристрою матеріал передається до пластифікуючого пристрою. Пластифікуючий блок складається з бочки і гвинта. Гвинт всередині стовбура встановлюється по діаметру стовбура так, щоб між стінкою стовбура і гвинтами гвинта залишалася кілька десятих міліметрів простору. Ствол оточений нагрівальними та охолоджуючими елементами, які використовуються для регулювання температурного профілю ствола. Після пластифікації та перемішування матеріал транспортується до штампування. Якщо передбачено, манометр для вимірювання тиску розплаву розташований в кінці ствола прямо перед штампом. Параметри технологічного процесу, такі як температурний профіль і швидкість гвинта, можна змінювати в інтерфейсі блоку управління. Схематичне зображення екструдера представлено на рис. 2.2.

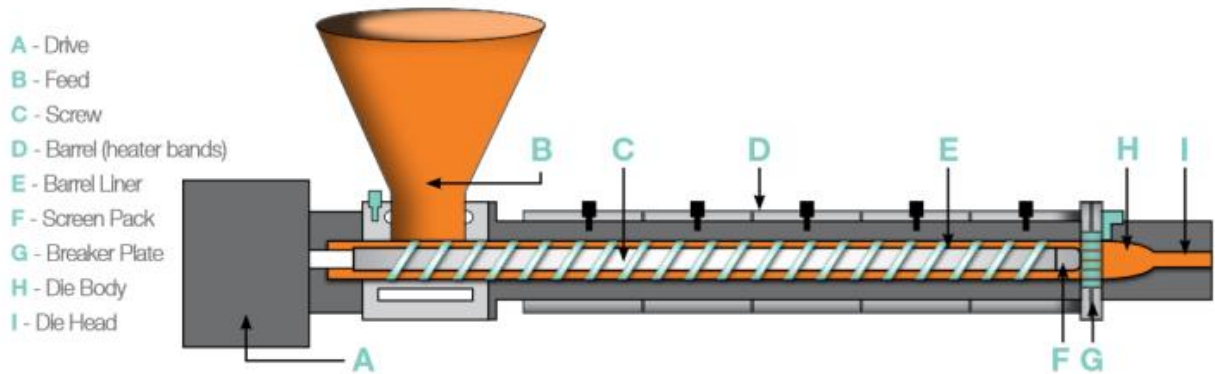


Рисунок 2.2 – Схематичне зображення процесу екструзії

Охолодження гвинта зазвичай здійснюється циркулюючою водою. Екструдер може мати один або два гвинта всередині бочки залежно від призначення використання. Більшість екструдерів мають один гвинт всередині стовбура і їх називають одношнековими екструдерами. Однак екструдери, які містять два гвинти, двошнекові екструдери, частіше зустрічаються при роботі з матеріалами, які не мають зернистої форми. Двогвинтовий екструдер зазвичай використовується для суміші полімерів та добавок разом та при роботі порошку, як матеріали, такі як полівінілхлорид (ПВХ).

2.3.1 Одно шнекове екструдкування.

Найважливішою частиною екструдера є гвинт. Шнекові елементи одного польотного гвинта зображені на малюнку 3. Кут спіралі - це кут між гвинтовим польотом та центральною віссю, а діаметр - відстань між найдальшими рейсами.

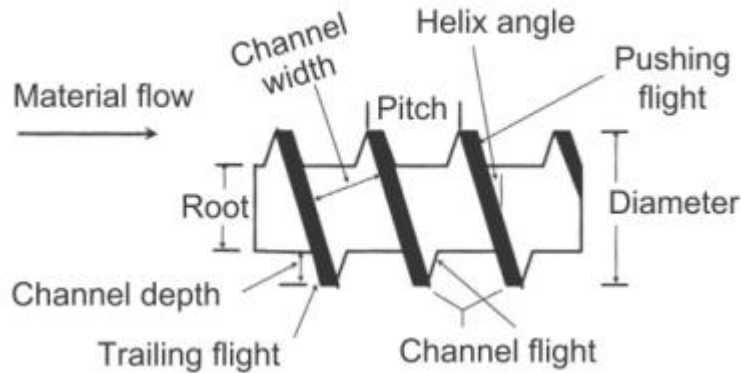


Рисунок 2.3 – Елементи гвинта екструдера

Призначення гвинта полягає в: розплаві, передачі та гомогенізації полімерного матеріалу перед транспортуванням його в штамп. Пластична поведінка полімерного матеріалу всередині бочки залежить від умов обробки, таких як температура, обертання гвинта в хвилину та конструкція самого шнека. Гвинти сконструйовані так, що різні секції шнека мають різний вплив на процес; Змінюючи геометрію гвинта, можна вплинути, наприклад, на тиск, термічну деградацію, прилипання матеріалу до стінки ствола і делатилізацію газів. При одношвидковій екструзії екструдер можна розділити на три функціональні секції (рис. 2.4): секція подачі, перехідна секція і секція дозування. У секції подачі тертя між пластиковими гранулятами, тертя між гранулятами та шнеком та тертя між гранулятами та стінкою стовбура призводить до течії твердого матеріалу вперед. Годівля стає більш ефективною, коли коефіцієнт становить тертя між стволом і матеріалом велике, а коефіцієнт тертя між гвинтом і матеріалом низький.

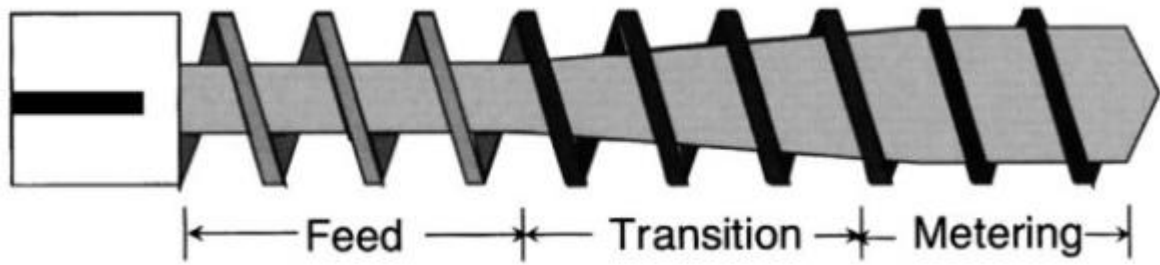


Рисунок 2.4 - Перерізи одинарного гвинта.

Полімерні матеріали починають своє первісне плавлення та пластифікацію в підгодівлі. Напівкристалічні матеріали, такі як поліетилен (PE) та поліпропілен (PP), демонструють чітку температуру плавлення T_m , де матеріал починає плавитися. Однак аморфні полімери, такі як полістирол (PS), розм'якшуються, поки їх в'язкість не стане достатньо низькою для переробки. Пом'якшення аморфних матеріалів починає відбуватися, коли температура перевищує температуру склування T_g матеріалу. Тепло, необхідне для плавлення та розм'якшення, відбувається при нагріванні зсуву за рахунок тертя між матеріалом, шнеком та бочкою. Близько 80 - 90% тепла, необхідного для плавлення, викликається нагріванням зсуву, а решта 10 - 20% генерується бочковими нагрівачами. Плавлення напівкристалічних матеріалів та розм'якшення аморфних матеріалів продовжуються, коли матеріал переноситься із зони подачі в перехідну секцію. Як видно на рис. 2.4, шнековий канал стає більш вузьким у перехідній секції, викликаючи посилення стиснення за рахунок виштовхування твердого матеріалу всередину ствола. У перехідному розрізі полімерний матеріал утворює тонку плівку розплаву між стінкою стовбура та ще не розплавленим твердим шаром (рис. 2.5). Подальше плавлення та утворення тонкої плівки відбувається за рахунок нагрівання зсуву та нагрівачів бочок, поки штовхаючий політ збирає розплавлений матеріал перед собою та відштовхує суцільне русло проти

затяжного польоту. Розмір басейну розплаву збільшується, коли матеріал проходить через перехідну секцію через плавку твердого шару [5].

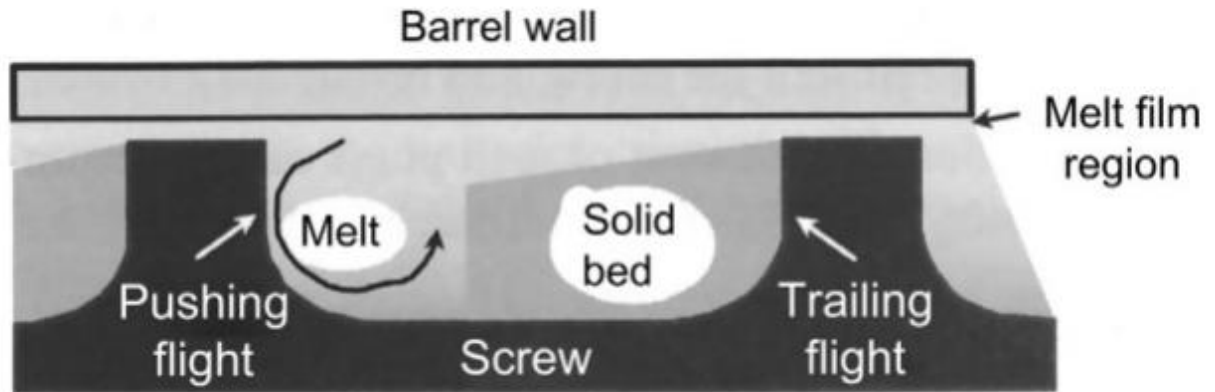


Рисунок 2.5 - Плавлення полімерного матеріалу та утворення твердого шару

Після повного розплавлення матеріалу в перехідному перерізі його переводять в дозувальну секцію. Мета дозуючої секції полягає в тому, щоб донести розплавлений матеріал до матриці, щоб утворити екструдат. Крім того, дозатор може включати зону змішування для досягнення рівномірної температури розплаву та однорідної структури. Змішування може бути розподільним або дисперсійним залежно від напруги зсуву. Розподільне змішування використовує відділення та перестановку потоку розплаву з низькими швидкостями зсуву і використовується для змішування зміцнюючих наповнювачів з полімерним розплавом. Дисперсійне змішування - це змішування з високою швидкістю зсуву, коли частинки, такі як пігменти в мастерпарті, розбиваються і змішуються з полімерною матрицею. Одно шнекове екструдкування може також використовувати спеціальний тип гвинта, бар'єрний гвинт, у випадках, коли швидкість гвинта та однорідність матеріалу повинні бути високими. Бар'єрний гвинт використовується для поліпшення плавлення матеріалу та запобігання

розриву твердого шару. У твердому шарі розбиваються неплавлені полімерні грануляти плавають у басейні розплаву, викликаючи неоднорідну структуру, погану змішування та знижені властивості.

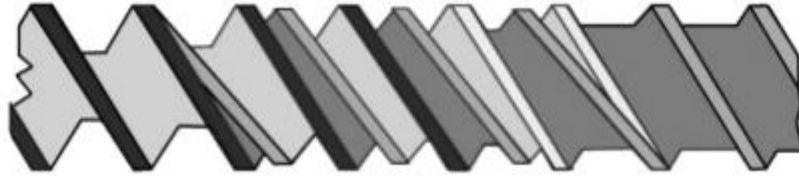


Рисунок 2.6 - Перехідна секція шнекового бар'єру.

Як показано на рис. 2.6, шлагбаум для шлагбаума має додатковий вторинний політ разом з первинним рейсом. Діаметр бар'єрного польоту менший, ніж діаметр первинного польоту, що дозволяє збирати розплавлений полімер в окремому плаві розплаву в бар'єрному каналі. Розрив твердого шару не може відбутися, оскільки твердий матеріал повинен вийти через бар'єрний канал для виходу з перехідної секції. У розділі вимірювання бар'єрний рейс стає єдиним каналом, оскільки первинний політ зникає в кінці перехідної секції.

2.3.2 Двошвинтові екструзії

Як згадувалося раніше, двошвидкісні екструдери використовуються для змішування та гомогенізації полімерних смол та добавок. Спосіб подачі матеріалу до подвійних екструдерів варіюється в залежності від конструкції екструдера та матеріалу, що обробляється. Найбільш типовий режим - це об'ємна або гравіметрична подача голоду з одно- або багаторазовими потоками смоли та добавок. Подальші добавки та армування також можуть подаватися в розплав за допомогою бічних екструдерів подачі. Рідкі

компоненти можна додавати в розплав нижче за течією за допомогою рідинних насосних систем.

Двохгвинтовий екструдер складається з двох паралельних гвинтів всередині стовбура, який має номер вісім, як перетин. Типовий випадок полягає в тому, що рейси гвинтів переплітаються між собою інший. Однак частково переплетення та непереплетення будують там, де відстань між гвинтовими валами вище також можливі. Крім того, загальним випадком є те, що гвинти обертаються в іншому напрямку, називаючись зустрічним обертанням застосовуються гвинти, але також спільно обертається конструкція. З'єднувальні гвинти, що обертаються та проти обертання, представлені на рис. 2.7.

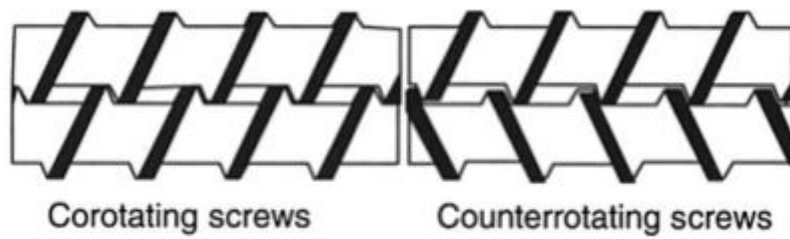


Рисунок 2.7 - Повністю паралельні одно- та протиповоротні паралельні двійкові гвинти.

Спільно-обертові двошвидкі шнекові екструдери з високими гвинтовими обертами застосовуються при суміші полімерних смол з добавками, видаленні розчинника шляхом делатилізації та хімічних реакцій *in situ* процес. У виробництві профілів та труб застосовуються кожуючі та обертові проміжні гвинти з нижньою обертовою частотою. Контр-обертові екструдери особливо застосовуються в ПВХ-суміші. Неперемежувані суміші, що обертаються, на практиці не використовуються, але проти обертові неперемежувальні екструдери використовують у проведенні делатилізації та хімічних реакцій. Гвинти та бочки з двовикрутним екструдером є одночасно модульними, що означає, що для покращення ефективності складання,

делатілізації та подачі матеріалу для оптимальних технологічних умов можна додати різні секції. Двохвинтовий шнековий екструдер також можна розділити на такі функціональні секції, як одношнековий екструдер, але через модульність та гнучкість процесу секції можуть перекриватись і не є настільки явними, як при одношневій екструзії. Шнеки зазвичай складаються з секції подачі, секції для плавлення, секції для транспортування розплаву, секції для перемішування, секції подачі подачі (для додавання рідин в наповнювачі тощо), секції для делатілізації та дозуючої секції. На рисунку 2.8 показана типова конструкція з двома гвинтовими гвинтами зі зменшенням кроку польоту в секції зони подачі та блоками замішування в секції транспортування розплаву.

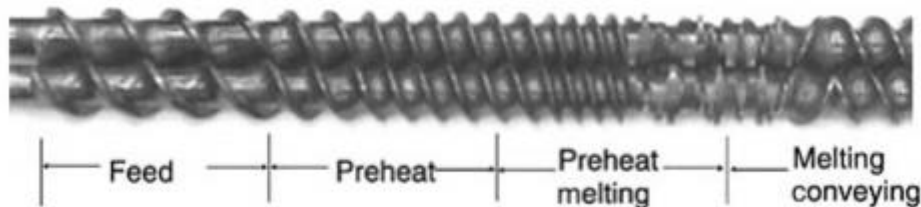


Рисунок 2.8: Типова конструкція з двома гвинтами

Хоча можна виготовляти профільні та листові вироби з двошнековою екструзією, одним обмеженням є досить низький тиск розплаву, особливо у випадку паралельних спільно обертових конструкцій. Через це дві лінії екструдерів часто використовують насос для розплаву для отримання рівномірного потоку розплаву, тиску та температури перед тим, як матеріал переноситься на матрицю.

2.4 Лінія екструзії труб

Як правило використовує штампи, що створюють круглий поперечний переріз, називається трубопроводною екструзією. Лінія подібна до будь-якої лінії екструзії профілю, за винятком того, що вона зазвичай використовує вакуумну калібрувальну ємність для регулювання діаметра труби / трубки на правильні розміри. Вироби варіюються від невеликих медичних трубок класу діаметру розміру до кількох міліметрів до труб, що переносять воду з діаметром розміру, залежно від конструкції використовуваного екструдера. Крім того, можливі різні процедури коекструзії, обробка гофри та поверхнева мікроструктура. Готові вироби нарізають заздалегідь заданої довжини, упаковують у стопки або намотують у котушки як суцільний виріб. Основними компонентами лінії виробництва труб / трубопроводів для того, щоб вони з'явилися в лінії, є: одношвидковий або двошвидний екструдер, штамп та оправка для трубопроводів / труб, калібрування вакууму та охолодження резервуар (и), знімач, ріжуча установка та пакувальний агрегат. На рисунку 2.9 схематично представлено основне обладнання. Крім того, деякі додаткові компоненти можуть бути знайдені у виробничих лініях промисловості, такі як механічні або лазерні принтери для маркування та лазерні вимірювальні прилади для контролю діаметру та овальності.

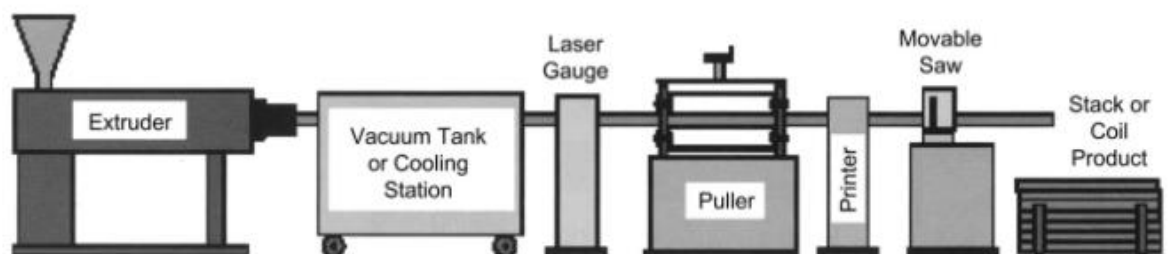


Рисунок 2.9 - Основні складові трубопроводної частини

Що стосується функцій одинарних та подвійних екструдерів, вони вже були описані у попередніх відділеннях, наступні розділи коротко описують принципи, які стоять за основними принципами складені частини труб / труб.

2.4.1 Пластина штифта, оправка та видавлювана головка.

Важлива частина, яка називається вимикачем, розташована після виходу ствола прямо перед штампом. Призначення вимикальної плити - фільтрувати домішки, підвищувати тиск розплаву і зупиняти турбулентний потік розплавленої маси. Крім того, пластина розриву функціонує як ущільнювач між екструдером і матрицею, запобігаючи просоченню полімерної маси навколо штамба. Типовою конструкцією вимикаючої пластини є диск, що містить отвори симетричним чином, як показано на рис. 2.10. Пластина розбивача працює в поєднанні з пакетом екрану, розташованим перед пластиною. Екранний пакет - це екран з металевого дроту, який фільтрує забруднення та створює зворотний тиск. Однак використання пакету екранів обмежене, оскільки його не можна використовувати при обробці матеріалів, що містять наповнювачі або арматуру.



Рисунок 2.10 - Типова конструкція видавлюваної головки

Плашка надає форму розплаву полімерної маси. Важливим аспектом для рівномірних продуктів є те, що потік розплавленої маси всередині штампу є постійним у кожній частині штампу. Крім того, не дозволяється гострих країв, оскільки вони можуть утворювати мертві плями в потоці розплаву, викликаючи структурні дефекти виробу. Бажані розміри виробу, діаметр і товщина стінки впливають на вибір штампу для трубних застосувань. Поширена конструкція трубної або трубної матриці називається павутинним штампом (рис. 2.11). Центральна секція, оправка (або торпеда) утримується на місці трьома або більше опорними спицями. Ці спиці називаються павуковими ногами, оскільки вони підтримують вагу оправки. Полімерна маса потрапляє в штамп з екструдера через пластину розриву, а вхідний конус розподіляє розплавлену масу навколо оправки. Більш великі плашки потребують додаткової підтримки, наприклад, спеціальної підставки або візка, щоб підтримувати вагу цілої матриці, щоб ушкодити ствол екструдера. Недоліком конструкції опори павука є структурно слабкіші зварні лінії, які з'являються у кінцевому продукті, як показано на малюнку 11.

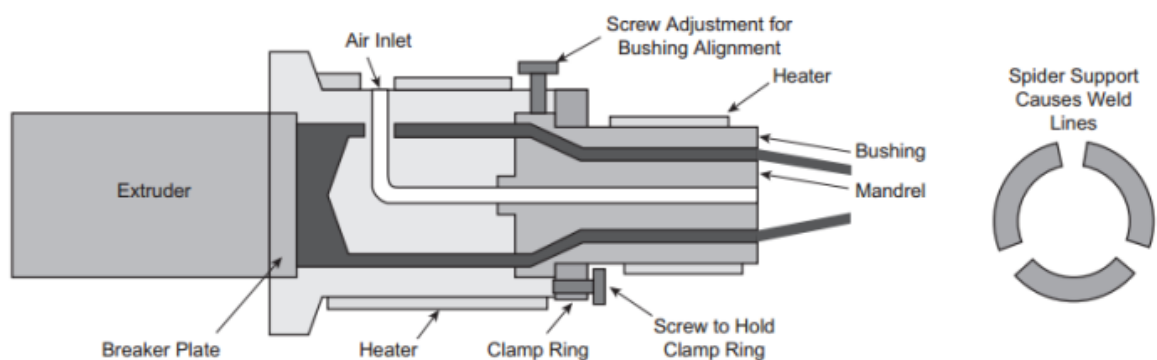


Рисунок 2.11 - Конструкція павутинної штампу для екструзії труб та труб.

Частина навколо оправки називається втулкою і щоб мати правильну товщину стінки в кінцевому продукті, центрацію можна регулювати за допомогою регулювальних болтів. Вхід повітря дозволяє постійному атмосферному тиску всередині трубки або труби отримати правильний діаметр з вакуумною калібруванням. Ділянка, де канал розплаву є постійним у діаметрі, що утворює матеріал у формі трубки, називається ділянкою штампу. Довжина ділянки впливає на те, наскільки добре матеріал осідає в рівномірну орієнтацію. Павукова матриця являє собою типову конструкцію для екструзії труб, яка добре підходить для труб великого діаметра. Однак труби та трубки невеликого діаметру, такі як медичні трубки, можна виготовляти з меншими плашками, що дозволяє відрізнити конструкцію від звичайних павутинних штамтів, оскільки вага оправки значно нижчий. Однією з можливих конструкцій є розширення каналу потоку після павутинних ніжок для створення басейну розплаву, а потім знову обмеження каналу, щоб змусити полімерні ланцюги повторно заплутатися, що дозволяє усунути зварні лінії в кінцевому продукті.

2.4.2 Калібрування та охолодження

Калібрування зовнішньої діаметра трубки або труби зазвичай проводиться за допомогою вакуумного розміру. Коли трубка виходить з матриці, вона спочатку проїжджає невелику відстань у повітрі і надходить у вакуумний балон (рис. 2.12). Трубка потрапляє в резервуар через вакуумну пробірну трубку, також відому як калібратор, який являє собою циліндричний шматок металу, який має отвори для вакууму та охолодження води для досягнення поверхні трубки. Трубка може бути повністю занурена у воду, або навколо неї можна розбризкувати воду. Калібрування трубною труби досягається вакуумом всередині бака. Атмосферний тиск повітря

всередині і вакуум зовні трубки змушує трубу розширюватися до внутрішніх стінок проклейки.

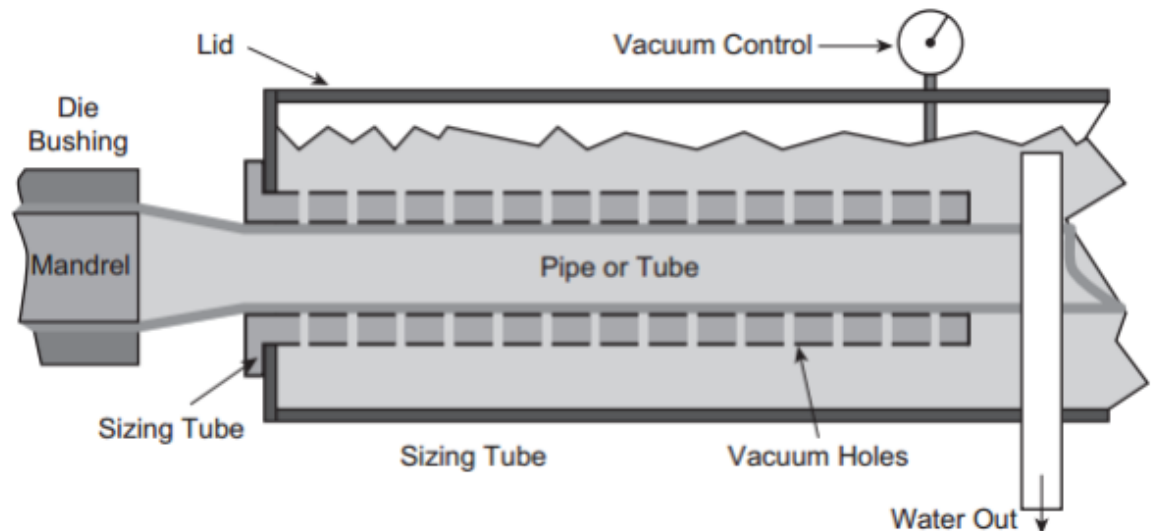


Рисунок 2.12 - Вакуумний калібрувальний бак

Як видно на рис. 2.12, діаметр екструдата повинен бути більшим, ніж розмір пробірної трубки, щоб утворити належне вакуумне ущільнення. Співвідношення між розмірами екструдату відразу після виходу з матриці і розмірами трубки зазвичай називають коефіцієнтом витягування. Рівень вакууму та температура води всередині бака можна контролювати для досягнення бажаних розмірів продукту та контролю швидкості охолодження. Швидкість охолодження впливає на кристалізацію напівкристалічних матеріалів і усадки як у напівкристалічних, так і в аморфних матеріалах. З більшими діаметрами труб одного охолоджуючого пристрою зазвичай недостатньо, і кілька послідовних охолоджуючих пристроїв використовуються послідовно.

2.2.3 Знімач і фреза

Знімач використовується для витягування трубки або труби від матриці до різача і контролю швидкості лінії. Знімач і фреза можуть бути складені в одне ціле або вони можуть бути окремими одиницями. Конструкція гусениць знімального пристрою поширена і представлена на рис. 2.13.



Рисунок 2.13: Гусеничний знімач серії ESI MD

Швидкість знімача впливає на товщину стінок трубки; якщо стінки занадто тонкі, швидкість знімання зменшується і збільшується, якщо стінки занадто товсті. Крім того, діаметр виробу можна регулювати зі швидкістю знімання; якщо діаметр занадто великий, швидкість витягування може бути збільшена або зменшена швидкістю гвинта екструдера. На виробничій лінії зазвичай є лічильник довжини, який сигналізує різачому блоку, коли потрібно різати виріб.

2.2.4 Додаткове обладнання

Пакувальна станція є заключною частиною лінії екструзії. Вироби можна згорнути або скласти разом. Котли намотують трубу або трубу в котушку шарами. Коли котушка повна або з фіксованою довжиною, котел відштовхує повний барабан і автоматично починає намотувати новий. Швидкість намотування повинна регулюватися відповідно до швидкості подачі знімача трубки або труби. Лінія екструзії труб і труб може також включати в себе лазерне вимірювання розмірів виробу та друкарського обладнання для маркування продукту. Для друку може знадобитися обробка поверхні корони, щоб зробити поверхню більш полярною, особливо з поліолефінами для поліпшення якості друку. У деяких випадках для отримання високого тиску розплаву необхідне використання насоса для розплаву розплаву. Шестірня насоса забезпечує постійний потік розплаву та забезпечує більшу пропускну здатність із меншою швидкістю гвинта зі зменшеним теплом зсуву. Схематичне зображення зубчатого насоса представлено на рис. 2.14.

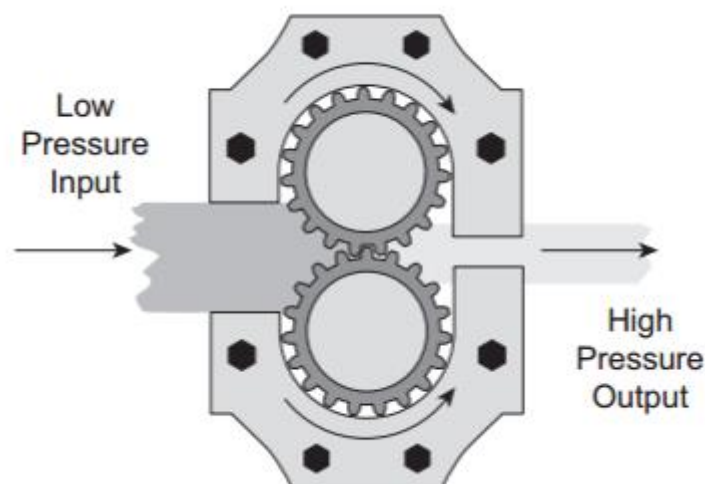


Рисунок 2.14: Редукторний насос плавлення

Більшість процесів на основі екструзії отримують перевагу від використання зубчастого насоса, але особливо мікроекструдовані вироби з невеликими розмірами та великими допусками розмірів отримують велику перевагу від зменшення тиску.

При виготовленні труб шляхом екструзії з металом, процес не відрізняється нічим. Просто виконується складання компонентів з їх оплавленням. Спочатку виготовляється внутрішня трубка розглянутим вище шляхом екструзії. Потім на неї намотується шар металу, після чого знову екструдер через головку наносить полімер.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Загальні аспекти функціонування системи

Автоматизована система, зазвичай, керування технологічним процесом розробляється для:

- автоматичного регулювання температури в зонах гвинтового циліндра та частоти обертання електричного гвинтового приводу та приймального пристрою;
- контролю витрати сировини в бункері;
- контролю тиску сухої пари на вході і на виході осушувача;
- управління автоматичними клапанами в трубопроводах;
- контроль і автоматичне регулювання діаметра різьби;
- моніторинг роботи насоса теплоносія;
- моніторинг аварійних ситуацій та вимірювання поточної температури, тиску та діаметру різьби;
- відображення інформації про хід технологічного процесу: умови технологічних параметрів, умови обладнання;
- аварійне відключення технологічних об'єктів у надзвичайних ситуаціях;
- вимірювання споживання сировини;
- створення звітів за зміну, день, сукупний результат та друк їх;
- формування журналів аварій та подій з можливістю друку;
- формування архівних тенденцій технологічних параметрів з можливістю масштабування, підбір певних часових інтервалів для перегляду та друку.

3.2 Цілі системи

Цілями створення автоматичної системи управління процесом є

- підтримка робочих параметрів процесу;
- забезпечення стабільно високої якості продукції;
- зниження матеріальних, енергетичних витрат;
- поліпшення техніко-економічних показників роботи екструзійної установки за рахунок економії матеріальних та енергетичних ресурсів, збільшення циклу капітального ремонту обладнання, зниження витрат на оплату праці на ремонт;
- забезпечення надійної та ефективної експлуатації основних та допоміжних виробничих потужностей за рахунок оптимального контролю режимів їх роботи відповідно до вимог технологічних регламентів, своєчасного виявлення та усунення відхилень та запобігання надзвичайним ситуаціям;
- вдосконалення організації праці інженерно-управлінських кадрів;
- значне збільшення інформаційного наповнення про хід процесів та технологічну діагностику надзвичайних ситуацій;
- заміна ручної обробки документів машиною.

3.3 Призначення та склад лінії екструзії

Екструзійна лінія - це комплекс обладнання, призначений для переробки полімерної сировини (гранул, подрібнених, агломератів) в однорідний розплав та формування його шляхом викачування через екструзійну головку та спеціальний калібрувальний пристрій, поперечний переріз якого відповідає конфігурації готовий продукт.

Він призначений для ефективного нагрівання та охолодження матеріалу, а також для зневоднення та деаерації пластикової нитки, а також для приготування готових виробів.

Проектування та виготовлення кожної установки для виготовлення труб, підбір технологічного обладнання, вибір технологічної схеми здійснюється з урахуванням якості початкового середовища, необхідних показників роботи, умов експлуатації та індивідуальних вимог замовника.

Технологічний цикл підготовки включає наступні основні етапи: сушка гранул, рівномірний розплав матеріалу, поступове охолодження, зневоднення, сушка.

Технологічна схема екструзійної установки передбачає такі основні процеси:

- отримання гранульованого пластику з бункера;
- розплав до однорідної маси;
- натягування нитки;
- охолодження і сушка нитки;
- намотування котушок і пакування готових виробів.

Екструзійна установка може включати таке технологічне обладнання:

- трифазний асинхронний електродвигун;
- редуктор;
- агрегат для дозування сировини;
- блок розплавленого пластику;
- агрегат для охолодження і сушіння різьби;
- тяговий пристрій;
- гребінчастий блок;
- нагрівальні елементи бака з водою;
- пристрій охолодження циркулюючої рідини;
- блок складування труб;
- пристрій обмотки;

- прилади вимірювання;
- обладнання автоматичних систем управління процесом;
- запірні та регулюючі клапани, включаючи клапани, кульові клапани, регулятори витрати, зворотні клапани та запобіжні клапани.

Склад обладнання екструзійних установок та варіантів розміщення визначається відповідно до анкети або завдання проекту.

3.4 Критерій якості створеної системи

Ключовим критерієм якості системи управління процесом є стабільність заданих характеристик процесу. Технічні рішення системи спрямовані на підвищення рівня автоматизації споруд, забезпечення високого ступеня безперебійного та безпечного ведення технологічних процесів, підвищення якості продукції, економії енергоресурсів та забезпечення дотримання безпеки праці, екології та ін. санітарні, пожежні та інші стандарти, що діють у Росії. 1.5 Перспективи розвитку та модернізації системи

Архітектура системи повинна передбачати можливість при необхідності функціонального розширення системи як фізично, так і програмно. Отже, все обладнання, що використовується в системі, повинно бути серійним і мати сертифікат.

Для зв'язку, розробленої в майбутньому системою управління процесом, з іншими подібними системами та з корпоративною мережею, вона повинна мати стандартний інтерфейс Ethernet.

Розглянута лінія екструзії має такі характеристики:

- продуктивність екструдера для температурного діапазону 20-70 °С 10 кг / год;
- енергоспоживання - 6 кВт;

- кількість гвинтів - 1;
- довжина - 1200 мм;
- діаметр перерізу гвинта становить 42 мм;
- потужність обігрівачів - 2 кВт;
- діапазон швидкостей обертання робочого гвинта 0 - 400 об / хв;
- можливість працювати в режимі нон-стоп - 25-28 днів на місяць;
- мінімальні та максимальні розміри перероблених полімерних гранул - 1,0 ... 14,0 мм:
- максимальна швидкість - 150 м / хв;
- нагріте середовище - пластик, барвники, з наступними хімічними речовинами – 1) 5–35% акрилонітрилу; 2) 5-30% бутадієну; 3) 40-60% стиролу;
- коефіцієнт продуктивності не менше 70%;
- габаритні розміри (довжина x ширина x висота) не більше - 2100 x 300 x 270 мм;
- рівень звуку не більше - 80 дБ.

Показники надійності

- середній ресурс до капітального ремонту становить не менше - 3,5 року;
- середній термін служби з урахуванням застарілості не менше 10 років;
- живлення пристроїв управління, сигналізації, захисту та приладів з електромагнітним приводом від мережі змінного струму напругою 220 В, частотою 50 Гц;
- живлення електрообладнання від мережі змінного струму напругою 380 В, частотою 50 Гц.

3.5 Обґрунтування системи контролю

Система SCADA "Simple-Scada" буде використовуватися для розробки системи контролю та збору даних. В якості операційної системи було обрано Windows 7. Захист інформації забезпечується стандартними інструментами Windows. Концептуальна модель (рис. 3.1) передбачає розбиття програмного забезпечення автоматизованої системи (АС) на додатки, що виконують необхідні функції автоматизованої системи, та середовище взаємодії, що забезпечує підготовку та виконання програм. Між ними визначені стандартизовані інтерфейси програмування додатків.

Найбільш релевантне прикладне програмне забезпечення АС - це відкритий розподілений АС з архітектурою клієнт-сервер. Такими є майже всі сучасні системи SCADA, що використовують стандарти OPC. Структура сервера OPC показана на рисунку 3.2. Девізом OPC є: відкриті комунікації через відкриті протоколи. OPC - це набір стандартних специфікацій. Кожен стандарт описує набір функцій для певної мети.



Рисунок 3.1 - Концептуальна модель OSE / RM програмного забезпечення АС



Рисунок 3.2 - Структура сервера OPC

Взаємодія промислового комп'ютера з SCADA здійснюється через OPC-сервер. Датчики та виконавчі пристрої підключаються до промислового комп'ютера через аналогові та дискретні сигнали відповідно. Датчик вимірювання діаметра підключається до промислового комп'ютера через струмовий контур за допомогою перетворювача струму / RS-232. Обладнання автоматизованої системи управління процесом знаходиться в приміщеннях з обмеженим доступом і захищене від несанкціонованого доступу особами, які не мають доступу до системи. Розроблені плати ACS TP обладнані механічними замками для обмеження прав доступу. Доступ до програмного забезпечення ACS захищений програмними кодами з паролями доступу.

3.6 Обґрунтування та створення структурної схеми

Для цього засобу обрана трирівнева автоматизована система управління. Прикладна схема цієї моделі показана на рис. 3.3.

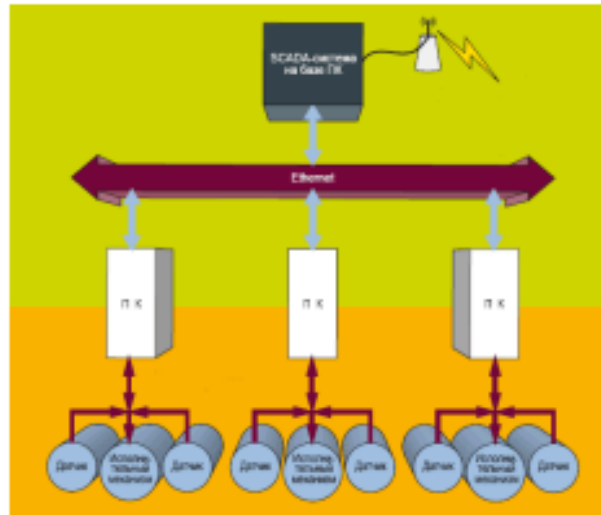


Рисунок 3.3 - Трирівнева структура системи

Нижній рівень, який ще називають польовим рівнем, містить первинні датчики (вимірювальні перетворювачі), які збирають дані про хід всього технологічного процесу, зокрема, приводи та виконавчі пристрої, які виконують контрольню-регулюючі дії. Дані від датчиків нижнього рівня подаються в промисловий комп'ютер, який має такі плати та зовнішні модулі, підключені через шину ISA: дискретна плата вводу / виводу, плата ЦАП, плата збору даних, інтерфейсна плата, одна плата комп'ютер, розташований на панелі керування, а апаратне забезпечення А та ACS в безпосередній близькості від об'єкта управління.

Дані від датчиків надходять на багатофункціональну плату збору даних, а інформація з вимірювача діаметра спочатку перетворюється перетворювачем в сигнал, сумісний з RS-232, а потім, після обробки в інтерфейсній платі, сигнал переходить до того ж рада збору даних. Далі потік даних надходить в одноплатний комп'ютер оператора, де знаходиться мікропроцесор, який виконує всі необхідні обчислення. Плата ЦАП використовується для виведення аналогових керуючих сигналів від цифрових систем до виконавчих механізмів.

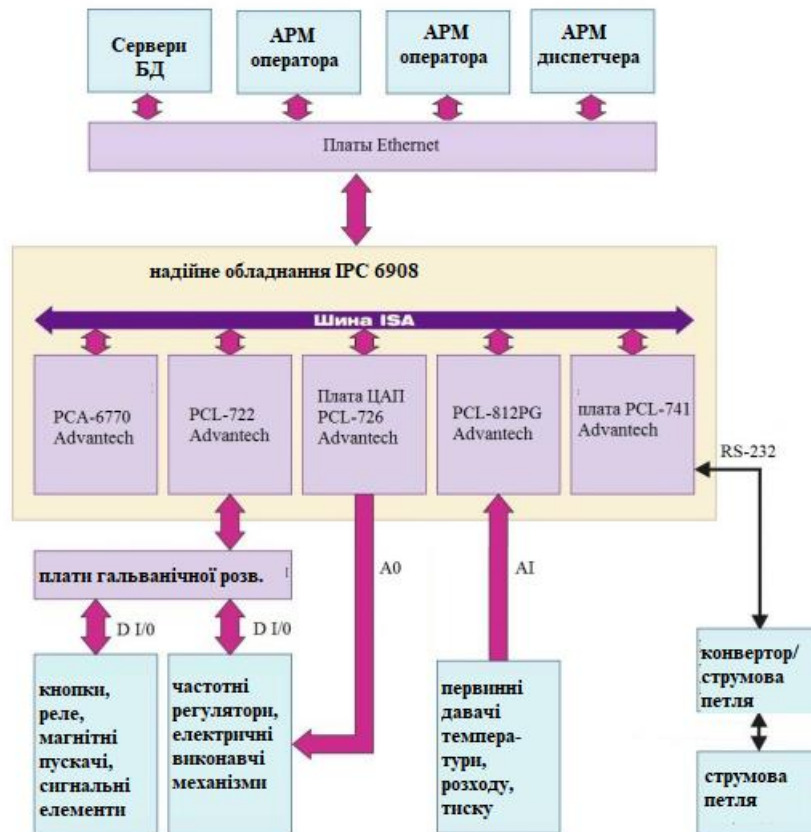


Рисунок 3.5 – Структура реалізованої системи

Одноплановий комп'ютер, який встановлюється в диспетчерській поруч у виробництву, необхідний для швидкого моніторингу та контролю технологічного процесу на місці. Всі дані з датчиків нижнього рівня надсилаються на середній рівень управління промислового комп'ютера (ПК), який реалізує такі операції:

- отримання, зберігання, отриманих даних та первинну обробку інформації про стан усього технологічного процесу;
- обмін даними з верхнім рівнем;
- виконання отриманих завдань з верхнього рівня;
- автоматичне регулювання та управління.

Верхній (інформаційно-обчислювальний) рівень складається з плати Ethernet, яка відтворює колектор, а також локальної мережі, що складається з сервера баз даних та комп'ютерів. Для підвищення надійності АСУ в

контрольній кімнаті розміщено резервну робочу станцію оператора. Відповідно до вхідної інформації від датчиків та сигналів з автоматизованої робочої станції оператора лінії екструзії промисловий комп'ютер генерує керуючі дії. Інформація з приладів контрольної панелі управління та А через дубльовану мережу з протоколом Ethernet надходить у щит сервера в апараті контрольної кімнати.

Тут перевіряються керуючі дії, що генеруються промисловим комп'ютером, а також гаряче резервне копіювання комп'ютера у разі відмови. Це збільшує надійність і стабільність самохідних гармат у разі відмови комп'ютера або пошкодження однієї з мережевих ліній.

Інженер системи промислового управління може переглядати всі доступні форми екрану із відображеною на ньому інформацією, а також може контролювати роботу системи в цілому. Інженер системи управління процесором працює з екранними формами в режимі перегляду.

Інформація з місцевого промислового комп'ютера надходить у локальну мережу за допомогою карт Ethernet до диспетчерської кімнати, виконуючи такі операції:

- отримання інформації від промислового комп'ютера;
- аналіз даних, включаючи масштабування;
- підтримка тимчасової єдності;
- синхронізована робота всіх компонентів системи;
- архівування даних за заданими параметрами; д) обмін даними між верхнім рівнем та місцевим промисловим комп'ютером на середньому рівні.

Автоматизована система управління процесом відповідає за архівування всіх параметрів, взятих з лінії екструзії. Архівне резервне копіювання також відбувається у відділі автоматизації серверів у центральному офісі компанії.

3.7 Комплекс технічних засобів

За своїми функціональними особливостями технічні засоби автоматизації поділяються на - а) обладнання нижчого (польового) рівня, яке виконує функції первинного перетворення, передаючи інформацію про технологічний об'єкт та приймаючи керуючі сигнали; б) обладнання середнього рівня, яке виконує функції збору, первинної обробки даних та генерації керуючих дій на виконавчих механізмах, передачі інформації на верхній рівень; в) обладнання верхнього (диспетчерського) рівня, яке виконує функції збору, візуалізації, обробки та зберігання даних.

3.7.1 Обладнання нижнього (польового) рівня

Для передачі інформації та прийому сигналів управління на технологічних об'єктах встановлюються наявні у продажу пристрої та пускачі. Як манометри для надлишкового тиску та перепаду тиску сухої пари використовуються датчики Elemer-100 від Contact Pribor з уніфікованим сигналом струму (4-20) мА та протоколом HART для конфігурації. В якості датчиків тиску і температури на головці екструдера в розплаві середовища використовується комбінований датчик тиску і температури Tekknow Vx-35 з уніфікованим сигналом струму (4-20) мА. Манометр також використовується для розплавлення пластику в процесі екструзії, встановлений на головці екструдера, Tekknow модель A31. В якості датчика для вимірювання діаметра різьби використовували двокоординатний лазерний метр "Cicada 2.72". SWR-інженерний SolidFlow об'ємний витратомір з уніфікованим сигналом вихідного струму (4-20 мА) використовується в якості датчиків потоку. Датчики температури TPU 0304 / M1-H без індикації з перетворенням опору в сигнал струму (4-20) мА + HART були вибрані в якості датчиків температури для обігрівачів. Для

управління швидкістю індукційних двигунів використовуються перетворювачі частоти копання Веспер моделі ЕЗ-8100К, які дозволяють контролювати та керувати через RS - 422/485. Для вимірювання споживаного струму та напруги індукційних двигунів використовується вимірювальний перетворювач напруги та струму із зазначенням NPSI-DNTV. В якості приводів клапанів використовуються електроприводи Avangard St-mini. Клапан керується єдиним сигналом струму (4-20) мА.

2.7.2 Обладнання середнього класу

На середньому рівні для збору первинної інформації з датчиків, а також для формування керуючих дій на пускачі використовується промисловий комп'ютер, виготовлений у корпусі IPC-6908, оснащений електронним диском (замість звичайного жорсткого диск), сторожовий таймер та шасі ISA для підключення вводу-виводу та зовнішніх модулів. Аварійні пости використовуються як світло-звукова сигналізація забруднення газу.

Сигналізація PASV.

Устаткування середнього рівня для автоматизованої системи управління процесом ems розташований у щитах:

- щит промислового комп'ютера (ЩК-1130.01);
- релейний щит (ЩР-1130.01).

ЩК-1130.01, ЩБ-1130.01, ЩР-1130.01 - металеві, збірні, дошки для підлоги, одностороння сервісна компанія «Ріттал».

Габаритні розміри щитів (Ш × Г × В, мм) - 800 × 600 × 2000. Для запобігання несанкціонованого доступу панелі обладнані замками.

У комп'ютерному екрані розташоване таке обладнання (ЩК-1130.01)

- блок безперебійного живлення APC Smart-UPS;
- надлишкові джерела живлення від Phoenix Contact;
- промисловий комп'ютер (первинний та резервний);
- повнорозмірна плата вводу / виводу Advantech PCL-722;
- багатофункціональна плата збору даних PCL-812PG Advantech;

- PCL-741 інтерфейсна плата Advantech;
- одноплатний комп'ютер PCA-6770 Advantech;
- плата DAC PCL-726 Advantech;
- Ethernet-карта;
- сигнальні індикатори;
- термінали від Phoenix Contact.
- На панелі реле розміщено таке обладнання (ЩР-1130.01)
- надлишкові джерела живлення від Phoenix Contact;
- комутаційні реле від Pepperl + Fuchs;
- термінальні щитові ізоляції Fastwel;
- Контактні термінали Phoenix.

Щит промислового комп'ютера (ЩК-1130.01) забезпечує такі функції: отримання сигналів від первинних перетворювачів та вторинних пристроїв;

- контроль надійності та первинна обробка інформації (перетворення параметрів у фізичні величини, розрахунок поточних значень, порівняння з налаштуваннями тощо);
- регулювання технологічних параметрів відповідно до обраних законів регулювання, з видачею команд управління у вигляді аналогового сигналу (4-20) мА постійного струму;
- програмно-логічне управління, захист та блокування технологічного обладнання;
- підготовка даних до відображення та архівування;
- самодіагностика.

Релейна плата (ЩР-1130.01) забезпечує комутацію керуючих сигналів насосних агрегатів, вентиляторів, світло-звукової сигналізації, затворних клапанів.

3.7.2 Обладнання верхнього (диспетчерського) рівня

На верхньому рівні знаходяться сервери баз даних, робочі станції диспетчера та оператора, а також додаткова робоча станція оператора (гарячий режим очікування) із встановленим програмним забезпеченням Windows 7 та Simple-Scada. Для забезпечення безперебійного живлення кожен сервер AWS та баз даних обладнаний ДБЖ 220В. Розташований у контрольній залі промислової системи управління. На верхньому рівні AWS конфігуратора розміщено в апараті системи промислового управління. Локальний сервер та частина мережевого обладнання, що забезпечує обмін інформацією на верхньому рівні, також відноситься до верхнього рівня управління процесом

3.8 Функціональна схема автоматизації

Функціональна схема автоматичного управління та управління призначена для відображення основних прийнятих технічних рішень при проектуванні систем автоматизації процесів. Об'єктом управління в системах автоматизації технологічних процесів є поєднання основного та допоміжного обладнання разом із вбудованими в нього блокуючими та регулюючими органами.

Функціональна схема - це технічний документ, що визначає структурну функціональну структуру окремих, зазвичай, вузлів автоматичного управління, управління, власне, та регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкту управління, вочевидь, приладами та обладнанням для автоматизації. Функціональна схема зображує системи автоматичного управління, регулювання, дистанційного керування, сигналізації, захисту та блокування. Всі елементи систем управління зображені у вигляді умовних

зображень і об'єднані в єдину систему функціональними лініями зв'язку. Функціональна схема автоматичного управління та управління містить спрощене зображення технологічної схеми автоматизованого процесу.

Обладнання на діаграмі зображено у вигляді умовних зображень. При розробці функціональної схеми автоматизації технологічного процесу будуть вирішені такі завдання:

- завдання на отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та обладнання;
- завдання прямого впливу на ТП з метою контролю над ним та стабілізації параметрів процесу;
- завдання моніторингу та обліку технологічних параметрів процесів та стану технологічного обладнання.

Схема функціональної автоматизації згідно у вигляді декількох рівнів: польового, середнього та обчислювального.

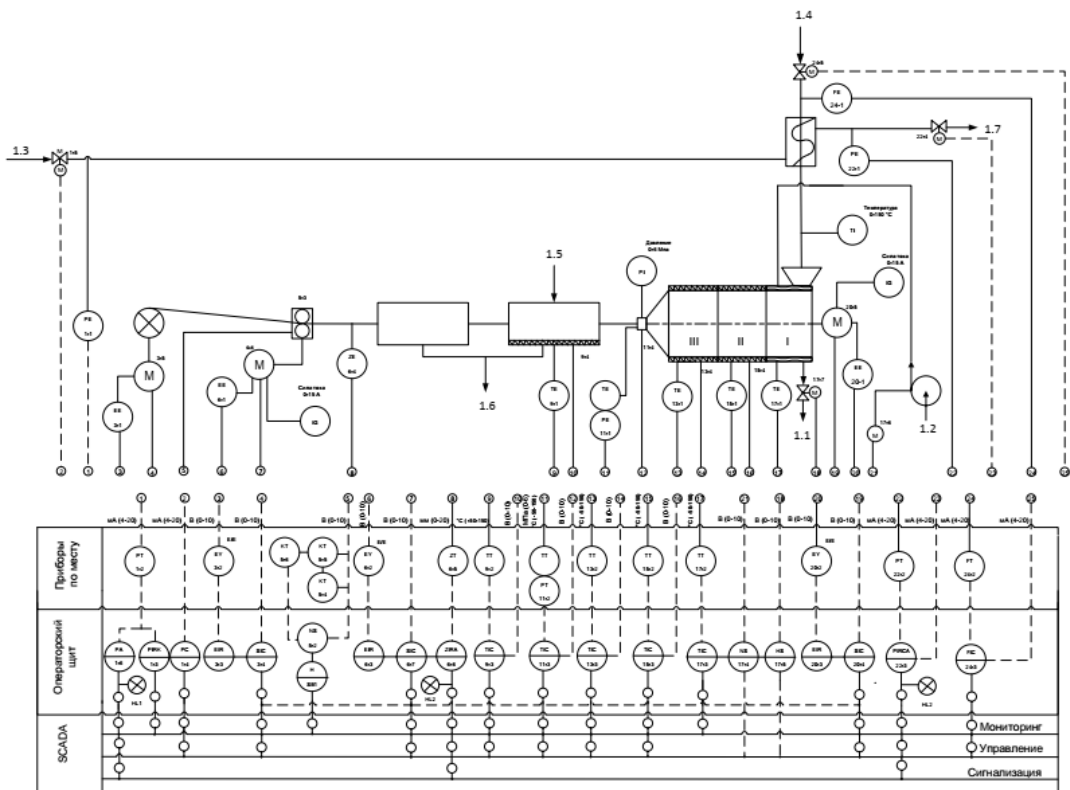


Рисунок 3.6 – Функціональна схема автоматизації першого екструдера

Польовий рівень представлений первинними датчиками, наведеними в таблиці 3.1.

На польовому рівні також представлені приводи:

- контактори електродвигунів і приводів;
- нагрівальні елементи (тена);
- електромагнітні клапани

Інформація про температуру на виході масляного нагрівача видаляється за допомогою датчиків 9-1, 13-1, 15-1, а також за допомогою комбінованого датчика температури та тиску 11-1. Аналоговий сигнал 4-20 мА обробляється промисловим комп'ютером, і відповідно до закону управління ПІ на реле генерується керуючий сигнал, який в свою чергу запускає або зупиняє роботу нагрівального елемента (ПЕТН).

Управління також може здійснюватися за допомогою команди диспетчера. Напруга, яку споживає двигун, знімається за допомогою вимірювальних перетворювачів 3-1, 6-1, 20-1, які подаються на перетворювач частоти для автоматичного керування швидкістю двигуна, а також для передачі даних на промисловий комп'ютер і синхронізація роботи всіх двигунів.

Використовуючи датчики надлишкового та перепадного тиску 1-1, 22-1, а також використовуючи витратомір сипучих матеріалів 24-1 і датчик температури 17-1, формується керуючий сигнал для управління приводом клапана.

Індикація та сигналізація здійснюються в контрольній залі та на об'єкті управління для аварійних значень тиску. Клапан може управляти оператором. Датчик безперервного моніторингу діаметра планки "Cicada" виконує вимірювання розміру нитки. 4-20 мА аналоговий сигнал зворотний зв'язок подається на промисловий комп'ютер і, залежно від поточного

діаметра різьби, швидкість обертання двигуна витяжної машини автоматично регулюється.

У разі аварійних значень діаметра різьби проводяться індикація та сигналізація значень, що перевищують гранично допустимі значення як в контрольній, так і на об'єкті управління.

Таблиця 3.1

Вимірювальні пристрої

№ позиції	Тип лавача	Кількість	Тип сигналу
9-1, 13-1, 15-1, 17-1	Термоперетворювач опору ТПСУ	4	4-20 мА
	Прилад індикації сили струму	2	
11-1	Комбінований давач тиску і температури	1	4-20 мА
24-1	Витратомір сипучих матеріалів Solid Flow	1	4-20 мА
1-1, 22-1	Давач надлишкового тиску Elemer -100	2	4-20 мА/ HART
	Прилад індикації тиску	1	
3-1, 6-1, 20-1	Вимірний перетворювач напруги	3	Дискр. 0-10 В
	Прилади індикації температури	1	
6-4	Давач діаметру	1	4-20 мА

Пристрій відображення температури 1 6-4 Датчик діаметру 1 "Цикада" 1 4-20 мА Відповідно до цієї схеми, контроль та контроль температури нагрівальних елементів, в баку охолодження, а також в нагрівальному баку. Крім того, проводиться реєстрація та вказівка всіх найважливіших параметрів: температури, тиску, частоти обертів двигуна, витрати. У разі надзвичайної ситуації оператори та диспетчери повідомляються на середньому та верхньому рівнях.

3.9 Розробка інформаційних потоків

Виділяють три рівні зберігання та збору інформації в АСУ ТП:

- нижчий рівень (рівень збору та обробки);
- середній рівень (рівень зберігання струму);
- верхній рівень (рівень зберігання архіву, рівень відправки).

На нижньому рівні представлені дані з фізичних пристроїв вводу / виводу. Вони включають дані аналогових сигналів та дискретних сигналів, дані про обчислення та перетворення.

Середній рівень - це буферна база даних, яка є як приймачем, що запитує дані із зовнішніх систем, так і їх джерелом. Іншими словами, він виступає як маршрутизатор інформаційних потоків від систем автоматизації та телемеханіки до графічних екранних форм програм АWP.

На цьому рівні промисловий комп'ютер формує пакетні потоки інформації з отриманих даних. Сигнали між промисловим комп'ютером середнього рівня та робочою станцією оператора та диспетчером верхнього рівня передаються через Ethernet. На верхньому рівні інформація надходить із бази даних системи промислового управління.

Ця інформація структурована наборами екранних форм робочої станції. Екранні форми орієнтовані на інформаційні потреби диспетчера та оператора. Інформаційна система зберігає історію змін технологічних параметрів для сигналів із заздалегідь заданою деталізацією, наприклад:

- всі входні події протягом 3 місяців;
- стисла історія протягом 6 місяців;
- всі події протягом 6 місяців.

Передача даних лінії екструзії здійснюється за допомогою інтегрованого клієнта OPC в системі SCADA Simple-Scada, встановленої на робочій станції оператора. Історична підсистема AS зберігає інформацію про

зміни технологічних параметрів для сигналів із заданою деталізацією. Дані, що зберігаються більше трьох місяців, уточнюються, щоб забезпечити необхідну дискретність.

Розроблена база даних для систем управління процесами містить структуру для обробки, насамперед, наступної інформації:

- параметрів усіх датчиків та приводів;
- параметри для обчислення похідних величин;
- можливі події та відповідні реакції контрольних дій.

Для регуляризації цієї інформації в базі даних використовуються таблиці та поля записів.

Поля записів містять

- код джерела інформації;
- назва / опис джерела інформації;
- тип;
- адреса (канал / повідомлення);
- код події; д) код аварії;
- інтервал вибірки;
- первинна (вихідне значення контрольованого параметра);
- перетворене значення.

Ці поля відображаються у таблиці 3.2.

Для перетворення первинної інформації з об'єктів з аналоговими сигналами в робочі значення необхідні додаткові параметри - а) масштабні коефіцієнти; б) одиниці вимірювання; в) мінімальні / максимальні значення. Перший стовпець таблиці показує назву поля. Системи управління базами даних, що використовуються в SCADA, вимагають, щоб назва поля була представлена латинськими літерами.

Таблиця 3.2

Поля записів джерела інформації ICS TP

Ім'я поля	Значення	Коментар
code	T_039	Код
description	Primary circuit Temp.nef	Первинний ланцюг Вхідна температура
type	AI	Тип: аналоговий сигнал
address	7_T_11	Адрес
Event code	1	Код події
Alarm code	3	Код аварій
Sample (sec)	10	Інтервал вибірки
Raw value	2028	Первинне значення
Converted value	78.8	Перетворене значення темп.
Alarm state	yes	Аварійний стан
coefficient	0.0195	Коефіцієнт перетворення
units	°C	Одиниця вимірювання
min	0	Мін значення
max	90	Макс значення

Кожне поле, залежно від ідентифікатора, має своє значення. Параметри, що передаються до локальної мережі у стандартному форматі OPC, включають:

діаметр різьби, мм;

температура бака, ° C;

температура розплаву у формувальній головці екструдера, ° C;

тиск плавлення у формувальній головці екструдера, МПа;

тиск пари на вході та виході осушувача, МПа;

витрата сипучої речовини, м³ / год; ж) частота обертів двигуна, об / хв;
 ступінь відкриття клапанів з автоматичним керуванням,%;
 температура зон екструдера (I, II, III), ° С.

Кожен елемент управління і управління має свій ідентифікатор (TEG),
 що складається з символічної рядки.

Структура шифру полягає в наступному: AAA_BBB_CCCC_DDDDD,
 де

AAA - параметр, 3 символи, може приймати такі значення –

- DAV - тиск;
- TEM - температура;
- RAS - витрата;
- SST - стан клапана;
- DMR - діаметр різьби;
- SPD - швидкість обертання двигуна;

BBB - код технологічного апарату (або споруди), 3 символи

- RZR - бак;
- DRR - осушувач повітря;
- САП - померти;
- 001 - порядковий параметр;
- 002 - порядковий параметр;
- 003 - порядковий параметр;
- ZV1 - клапан на вході сушарки для сипучого матеріалу;
- ZV2 - клапан на вході сушарки для пари;
- ZV3 - клапан на виході з сушарки для пари;
- ZV4 - зливний клапан етиленгліколю з охолодженням
- циліндр;

UDP - уточнення, не більше 4 символів

- PAR - пари;
- COOL - охолодження;

- INP - вхід;
- OUT - вихід;
- СНГ - зміна стану;
- СТАТ - стан;

DDDDD - примітка, не більше 5 символів

- ALMH - верхня сигналізація;
- ALML - нижня тривога.

Підкреслення в цьому поданні служить для відділення однієї частини ідентифікатора від іншої і не має іншого значення. Кодування основних сигналів у системі SCADA представлено у таблиці 3.3.

Верхній рівень представлений базою даних ACS TP. Інформація для спеціалістів структурується наборами екранних форм робочих станцій. На моніторі робочої станції оператора відображаються різні інформаційні та керуючі елементи. На робочій станції диспетчера автоматично генеруються різні типи

Таблиця 3.3

Обрані сигнали системи

Кодування	Розшифрування кодування
DAV_DRR_INP	Тиск пари на вході осушувача
DAV_DRR_OUT	Тиск пари на виході осушувача
DAV_DRR_INP_ALMH	Верхнє критичне значення на вході в осушувач
DAV_DRR_INP_ALML	Нижнє критичне значення на вході в осушувач
DAV_DRR_OUT_ALMH	Верхнє критичне значення на виході в осушувач
DAV_DRR_OUT_ALML	Нижнє критичне значення на виході в осушувач
DAV_CAP	Тиск в формуючій головці
TEM_RZR_STAT	Температура в резервуарі гарячої води
TEM_RZR_CHNG	Команда запуску/виключення нагрівача
TEM_CAP	Температура в формуючій головці

Таблиця 3.3 продовження

TEM_CAP_CHNG	Команда запуску/виключення нагрівача
TEM_001_STAT	Температура в 1 зоні екструдера
TEM_001_CHNG	Команда запуску/виключення
TEM_002_STAT	Температура в 2 зоні екструдера
TEM_002_CHNG	Команда запуску виключення нагрівача
TEM_003_STAT	Температура в 3 зоні екструдера
TEM_003_CHNG	Команда запуску/виключення охолодження
RAS_DRR_STAT	Розхід сипучого матеріалу
SST_ZV1	Стан вхідної засувки осушувача для сипучого матеріалу
SST_ZV2	Стан вхідної засувки для осушувача пари
SST_ZV3	Стан вихідної засувки для осушувача пари
SST_ZV4	Стан засувки відводу етиленгліколю з 1го циліндру
SST_ZV1_INP_CHNG	Команда на вхідну засувку для сипучого матеріалу
SST_ZV2_PAR_CHNG	Команда відкриття/закриття вхідної засувки пари
SST_ZV3_PAR_CHNG	Команда відкриття /закриття вихідної засувки для пари
SST_ZV4_STAT_CHNG	Команда відкриття /закриття вихідної засувки для охолодження
DMR_RZR_STAT	Значення діаметра нитки
DMR_RZR_STAT_ALMH	Верхнє критичне значення відхилення діаметру нитки
DMR_RZR_STAT_ALML	Нижнє критичне значення відхилення діаметру нитки
SPD_001_STAT	Швидкість обертання 1 двигуна
SPD_002_STAT	Швидкість обертання 2 двигуна
SPD_003_STAT	Швидкість обертання 2 двигуна
SPD_001_CHNG	Команда зміни швидкості обертання 1 двигуна
SPD_002_CHNG	Команда зміни швидкості обертання 2 двигуна
SPD_003_CHNG	Команда зміни швидкості обертання 3 двигуна

Всі звіти формуються у форматі XML. Формування звіту виконується за такими графіками

- кожні парні / непарні години (двогодинний звіт);
- щодня (двогодинний звіт о 24.00 щодня);
- щомісяця;
- на вимогу оператора (оперативний звіт).

Звіти формуються відповідно до заданих шаблонів

- підсумок поточного стану обладнання;
- підсумок поточних вимірювань.

Доступ до інформації, що міститься в базі даних, здійснюється за допомогою трьох основних операцій, які можна поєднати з операціями відбору, проекції та сортування. Операція з вилучення інформації з бази даних називається запитом.

Зазвичай для кожної конкретної ситуації може представляти інтерес лише дуже обмежена кількість зразків баз даних. Тому ви можете заздалегідь визначити невеликий набір стандартних запитів. Такі запити називаються протоколами (це звичайні запити, в яких операції проектування та сортування визначені заздалегідь і потрібні лише певні параметри перед запуском). Прикладами протоколів є екстрені запити. Вони дозволяють швидко записати в спеціальний файл журнал тривоги із зазначенням часу події. Ще один протокол - це протокол технічного обслуговування (заміна зношеного інструменту, калібрування, контроль мастила тощо).

Діаграма зовнішньої проводки показана на рис. 3.7.

Первинні пристрої та захисні пристрої

- датчики тиску манометра Elemer-100, встановлені на вході та виході сушарки;
- комбінований датчик надлишкового тиску і температури Tekknow Vx-35, встановлений в головці екструдера;

- датчики температури ТПУ 0304 М1-N, встановлені в кожній з трьох зон екструдера, а також у баку з гарячою водою;

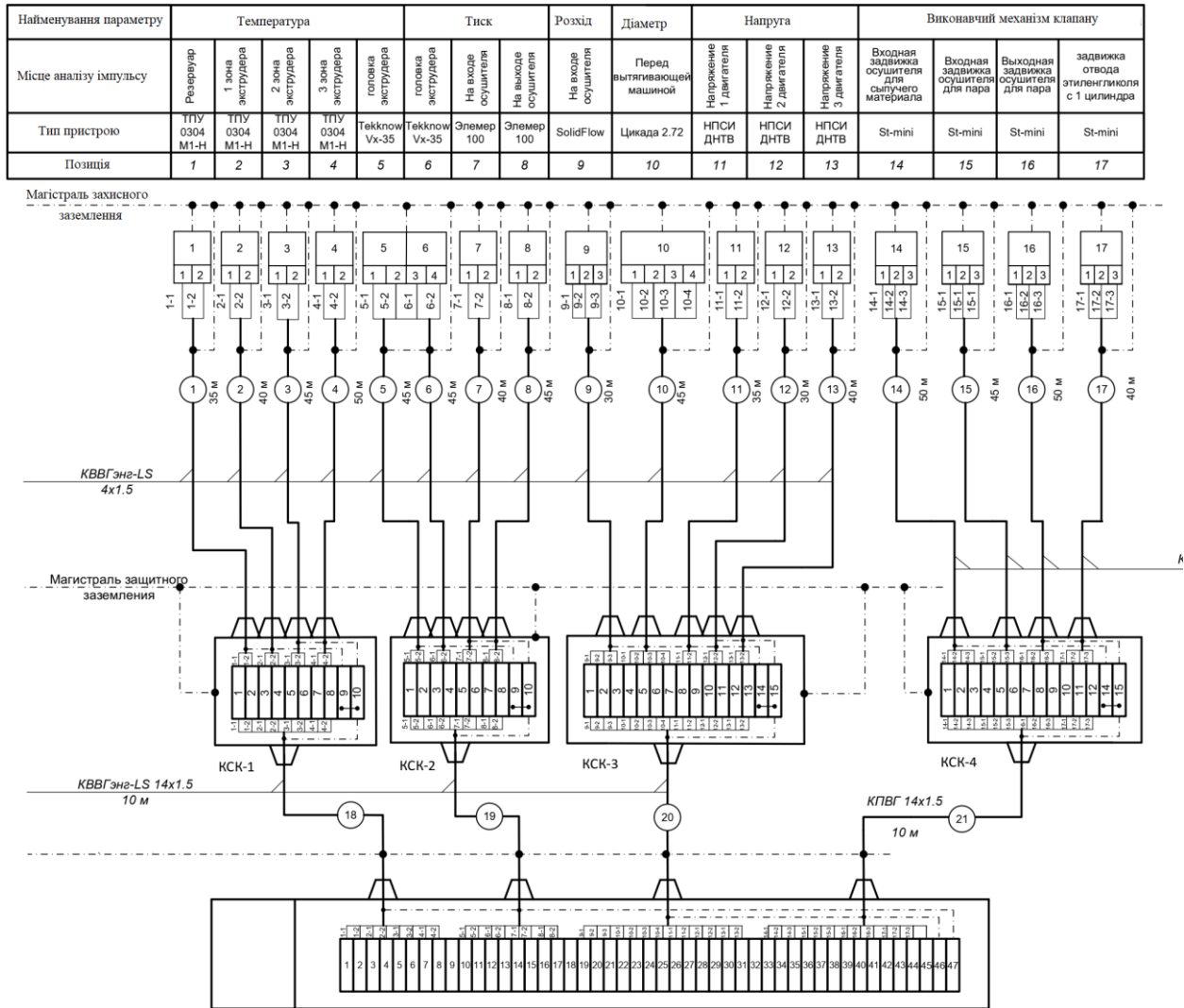


Рисунок 3.7 – Схема з’єднань системи

- датчик витрати SolidFlow, який вимірює витрату гранульованої суміші на вході в сушарку;
- вимірювальний комплекс цикади, що вимірює діаметр різьби після охолодження;
- вимірювальні перетворювачі струму та напруги NPSI-DNTV, встановлені на кожному двигуні;
- пускачі St-mini, встановлені на клапанах.

Кабель KVVGeeng-LS підібраний для передачі сигналів від датчиків до плати приладів та приладів автоматики - це кабель із екрануючими та мідними провідними провідниками із пластиковою ізоляцією в пластиковій оболонці, із захисною кришкою та призначений для фіксованого підключення до електричних пристроїв, пристроїв та розподільні пристрої з номінальною змінною, власне, напругою до 660 В частотою, на нашу думку, до 100 Гц або постійною, на нашу думку, напругою до 1000 В при температурі навколишнього, зазвичай, середовища від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Мідні електропровідники кабелі KVVG одножильні. KPVG обраний як кабель для виконавчих електричних приводів. Це кабель, з м'якими мідними провідниками з ізоляцією з композитного поліетилену (стрічкова ізоляція - спіральсно-намотувана стрічка з поліетиленгліколевої терефталатної плівки) високого тиску в пластиковій оболонці, із захисною оболонкою виготовлений з жароміцної полівінілхлоридної пластмаси.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1. Алгоритм автоматичного регулювання

В якості регульованого технологічного параметра в процесі екструзії виступає температура розплаву полімеру на виході екструдера (в зоні дозування), який є одним з основних. Саме від температури залежить зміст повітряних бульбашок в нитки. Формування температури розплаву відбувається протягом усього часу перебування матеріалу в екструдері, проте саме в зоні дозування встановлюється кінцева температура полімеру. В якості алгоритму регулювання буде використовуватися алгоритм ПІД-регулювання, що виправляє недоліки П- і ІІ-регулювання. Диференціальна складова підключається в нерівноважні моменти і при виникненні різких змін температури. Відгук при використанні ПІД-регуляторів практично миттєвий, оскільки не потрібно чекати, поки накопичиться помилка, а величина відгуку пропорційна швидкості зміни температури. Таким чином, при виникненні різкого перегріву виникне сигнал, здатний швидко відключити нагрівачі. Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор - пристрій в колі зворотного зв'язку, що використовується в системах автоматичного управління для підтримки заданого значення вимірюваного параметра. ПІД-регулятор вимірює відхилення стабілізуємої величини від заданого значення (уставки) і видає керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків, перше з яких пропорційно цьому відхиленню, друге пропорційно інтегралу відхилення і третє пропорційно похідної відхилення. Диференціальна схема контролю дозволяє запобігти як надмірний перегрів, так і охолодження, при цьому схема здійснює коригувальні дії, попереджаючи розвиток подій. В результаті зменшується затримка часу видачі керуючого сигналу при зміні параметрів процесу. У

загальному вигляді математичний опис процесу регулювання можна представити у вигляді такої структурної схеми (рисунок 4.1).

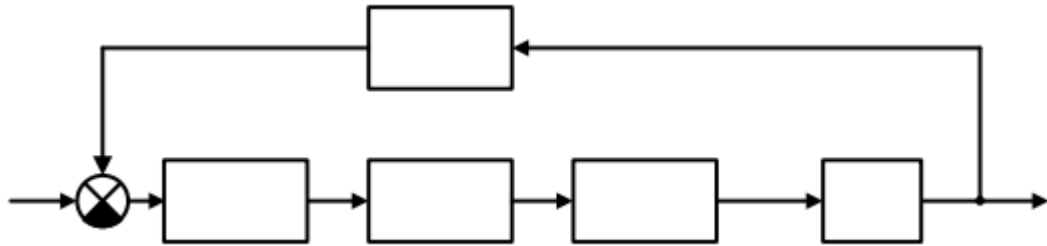


Рисунок 4.1. Алгоритм ПІД регулювання

Блок ПІД регулятора описується наступною схемою (рис. 4.2).

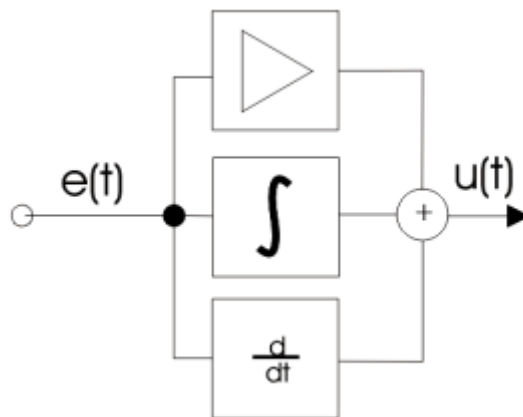


Рисунок 4.2. Блок-схема ПІД регулятора.

Беручи зміна температури нагрівача опору рівномірним по всій своїй площі при зміні електричної потужності, яка подається до нагрівача, можна в першому наближенні розглядати нагрівач і циліндр в якості ланки з зосередженими параметрами. Тоді об'єкт управління уявімо, як послідовне з'єднання 2 ланок, двох аперіодичної ланки 1 порядку і ланки чистого запізнювання. Передавальна функція циліндра і нагрівача екструдера представлені формулами (1), (2) відповідно. $W1(s) = 0.18 / (2.8s + 1)$, (1) $W2(s) = 0.9 / (5.6s + 1)$ 2. (2) Перехідна характеристика об'єкта управління зображена на рис. 4.3.

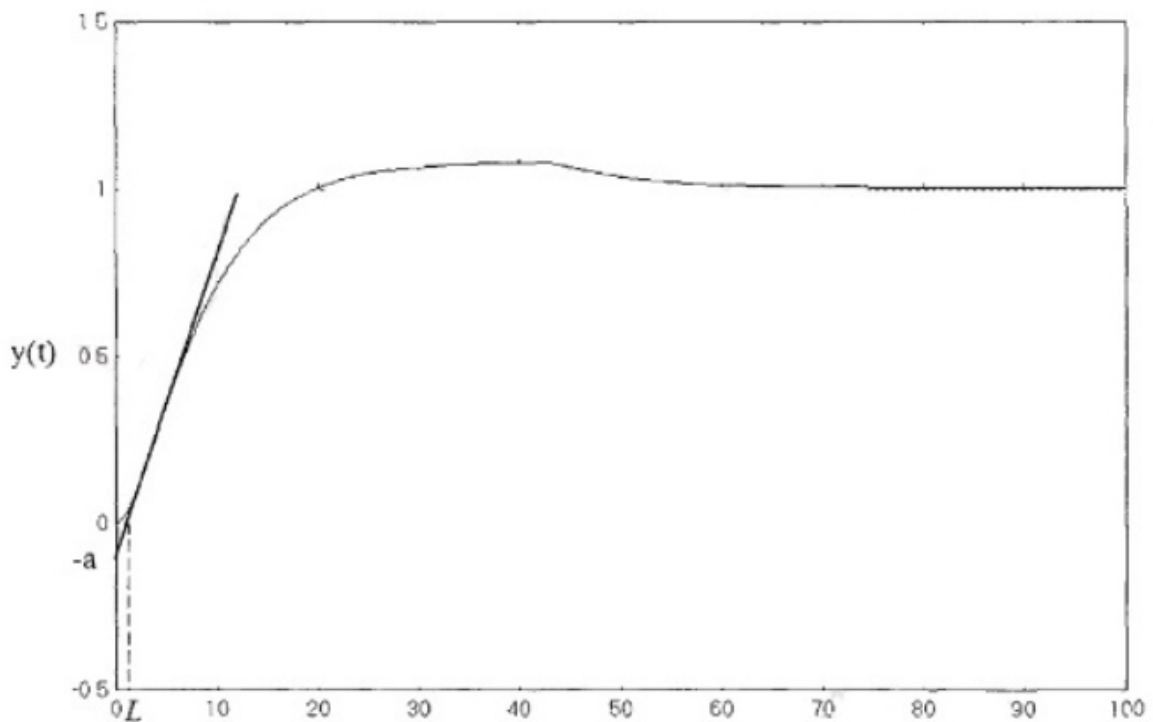


Рисунок 4.3. Перехідна характеристика об'єкта Побудуємо модель об'єкта в програмному пакеті Simulink (рисунок 4.4).

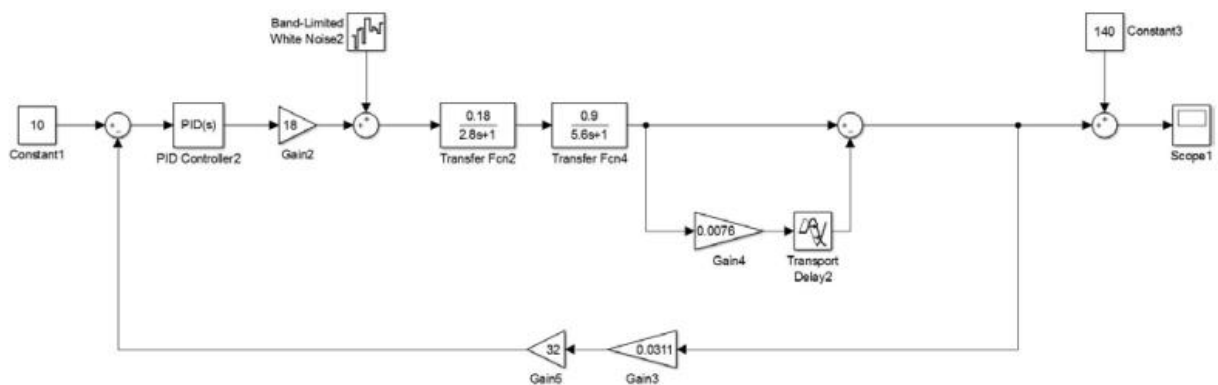


Рисунок 4.4 - Модель алгоритму ПІД регулювання.

Графік перехідного процесу представлений на рис. 4.5. Для технологічного процесу потрібна підтримка температура розплаву полімеру в зоні дозування була $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, з можливим перерегулюванням не більше 5%.

Така умова необхідно для правильної хімічної реакції всіх компонентів полімеру.

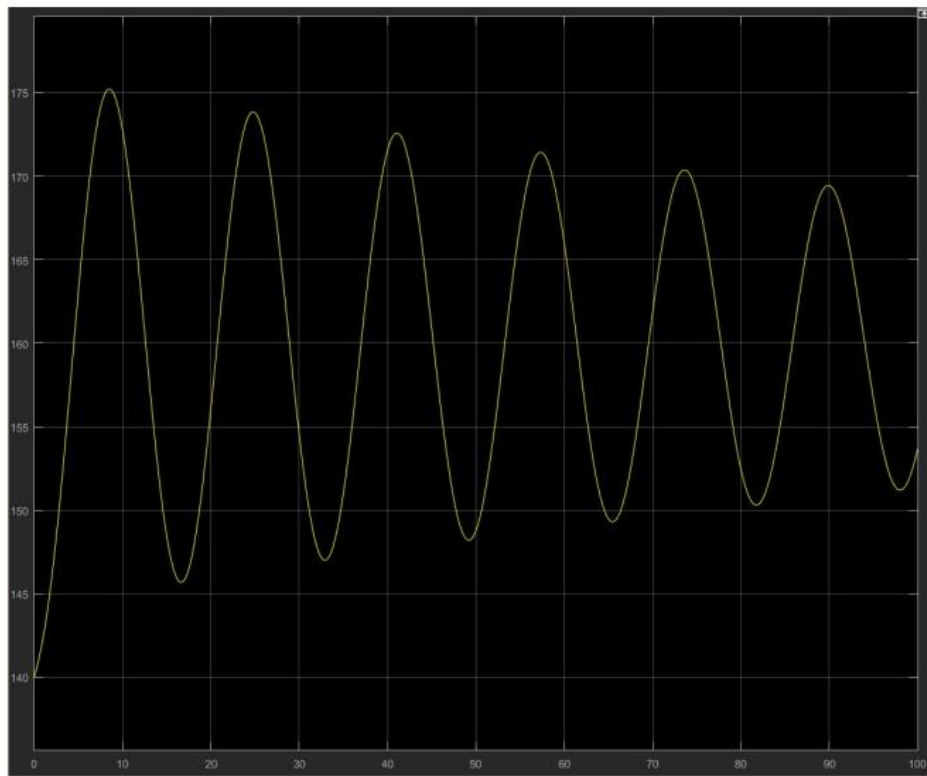


Рисунок 4.5 - Графік перехідного процесу, до настройки регулятора

Підбір коефіцієнтів ПД-регулятора здійснимо методом CHR (Chien, Hrones and Reswick). Даний спосіб на відміну від відомих інженерних методів, заснований на використанні критерію максимальної швидкості наростання при відсутності перерегулювання. За допомогою параметрів a і L перехідної характеристики на малюнку 7 і таблиці 4 нижче, були отримані такі коефіцієнти ПД-регулятора: $K_P = 23,8$; $K_I = 0,1$; $K_D = 30,7$. Таблиця 4 - Підбір коефіцієнтів методом CHR Регулятор K T_i T_d П $0,3 / a$ - - ПІ $0,35 / a$ $1,2 L / k$ - ПД $0,6 / a$ $1,0 L / k$ $0,5 L / K$

Графік перехідного процесу представлений на рис. 4.6.

Виходячи з графіка видно, що час перехідного процесу складається близько 5 с, без перерегулювання.

Управління в АС екструзійної установки реалізовано з використанням SCADA-системи російського виробництва Simple-Scada. Це сучасна і дешева SCADA-система, що забезпечує збір, обробку, архівування та візуалізацію технологічних процесів. Головна мета проекту - простота і зручність використання для кінцевого користувача. Зв'язок з об'єктами автоматизації забезпечується за допомогою технології OPC.

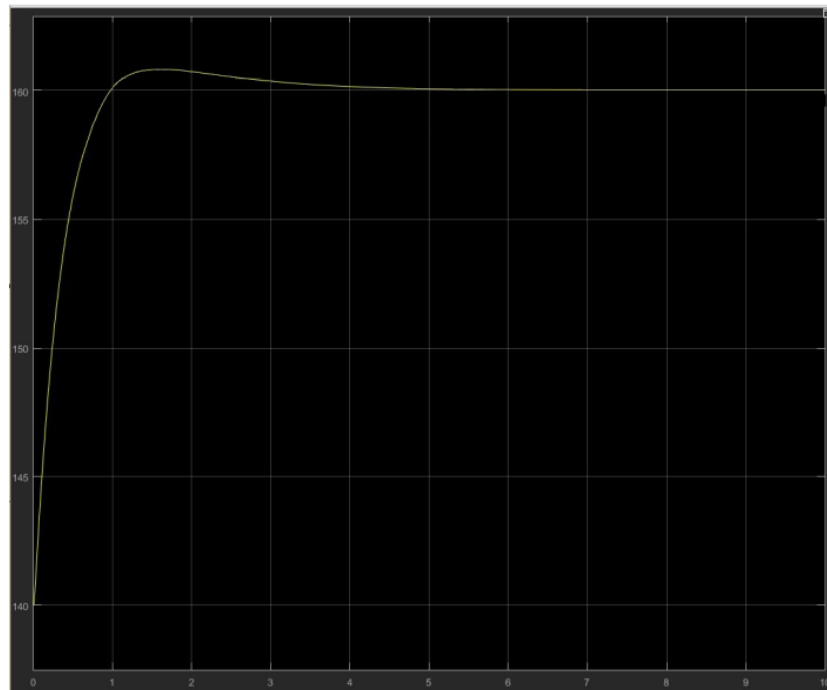


Рисунок 4.6. Графік відрегульованого перехідного процесу.

Обрана SCADA-система не обмежує вибір апаратури нижнього рівня, т. к. надає великий набір драйверів і серверів вводу / виводу. Це дозволяє підключити до неї зовнішні, незалежно працюючі компоненти, в тому числі розроблені окремо програмні і апаратні модулі сторонніх виробників. Характеристики та коротка інформація Simple-Scada

підтримка сенсорного екрану (протестовано на промислових панелях і планшетах);

можливість організації клієнт-серверної архітектури з будь-якою кількістю клієнтів;

захищений канал зв'язку для безпечної роботи в локальній мережі і через інтернет (захищається протоколом TLS);

система скриптів з широким набором готових процедур і функцій для вирішення завдань будь-якої складності;

система подій для об'єктів. Кожна подія можна запрограмувати як завгодно за допомогою скриптів;

робота з будь-якою кількістю (локальних або віддалених) OPC DАсерверов версії 3.0 або нижче;

редактор змінних і імпорт тегів з OPC-серверів. Є вбудований браузер OPC-серверів. Можливість створення внутрішніх тегів також присутній;

гнучка система прав користувачів;

бібліотека графіки із зображеннями, виконаними в єдиному мінімалістичному стилі з високою якістю;

база даних трендів і повідомлень MySQL;

необмежену кількість трендів, можливості перегляду мінімуму, максимуму або середнього значення для будь-якого тренду за обраний інтервал;

групове редагування властивостей об'єктів; п) імпорт змінних з CSV файлів;

групи трендів, повідомлень, вікон, змінних, текстур. Всі списки можуть бути розбиті на групи;

ведення логу повідомлень - аварії / попередження / оповіщення (обсяг не обмежений);

журнал дій оператора;

автоматична колірна підсвічування елементів при виході контрольованого значення за аварійні та попереджувальні кордону;

автоматично генеруються при виході контрольованого значення за аварійні та попереджувальні кордону;

можливість звукового оповіщення при аварійних і попереджувальних повідомленнях;

можливість експорту даних трендів і повідомлень в Excel-файли;

автоматична адаптація створених мнемосхем під дозвіл комп'ютера, на якому запускається проект. DirectX або OpenGL рендер за вибором користувача;

можливість додавання користувацьких зображень в форматі .PNG (+ анімація). Друк мнемосхем і графіків;

широкий набір компонентів для максимально швидкого створення мнемосхем, наявність докладної документації;

компактність і переносимість, низькі системні вимоги.

Вся система (включаючи демонстраційний проект і керівництво) займає всього 18 мб.

Центральна мнемосхема приведена на рис. 4.7

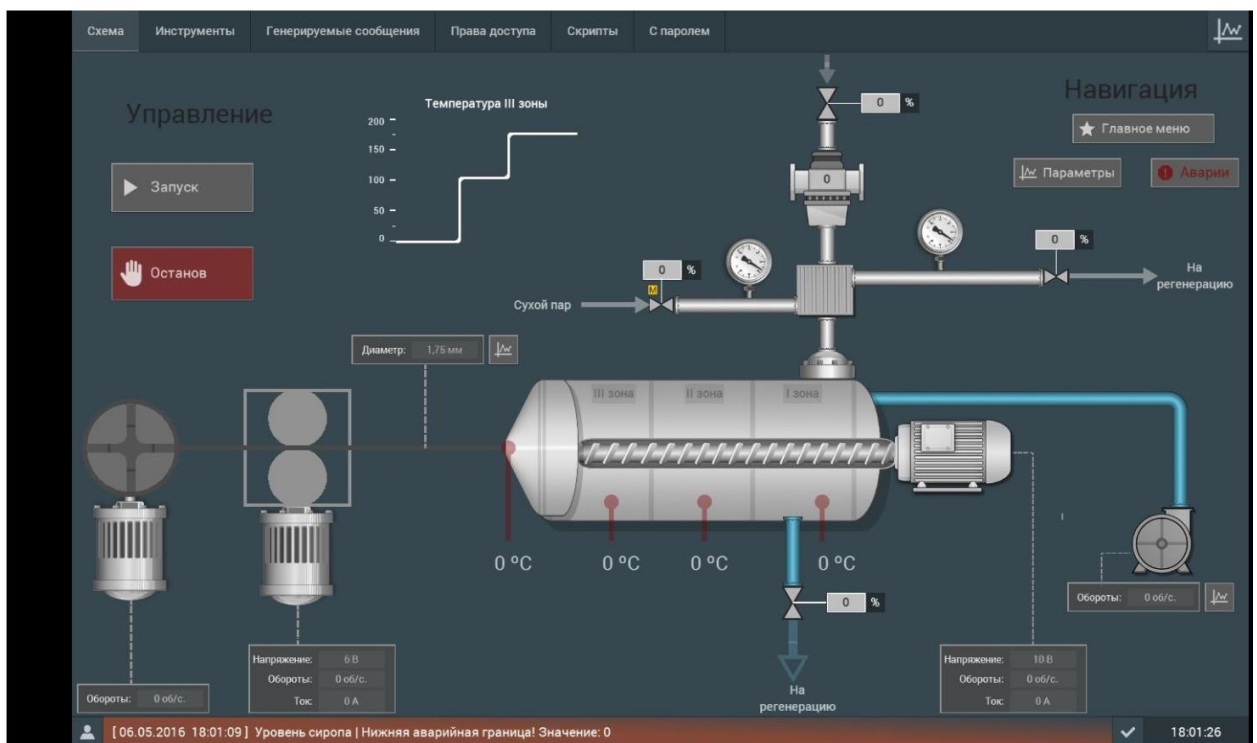


Рисунок 4.7 – Мнемосхема керуючої програми

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Опис середовища розробки системи СКАДА.

Можна витратити багато грошей на наднадійну апаратну платформу і отримати непрацездатну систему що неправильно працює ПО. Взагалі існує постулат про те, що будь-яка програма містить хоч би одну помилку, незалежно від кваліфікації програмістів і інших чинників.

Просто для кожної програми існує своя ненульова вірогідність її прояву. Виявлення помилок в мікрокоді Pentium і в ПО марсохода NASA, а також і багато інших прикладів це підтверджують.

Чому ж ми можемо говорити про те, що одна програма або сукупність програм є надійнішою, а інша менш ?

Що б спробувати знатися на цьому, давайте розглянемо два довільні фрагменти коду без різниці КТО написані і на якій мові програмування. Які ж питання можна поставити, що б скласти уявлення про їх надійність ?

Напевно найпростіше і перше питання - це «Яка довжина коду ?». Все дуже просто - чим більше код, тим більше вірогідність присутності в нім помилки. Друге питання - «А коли він був написаний і скільки тестувався ?». Дійсно, старіший код, який довго тестувався, а потім перевірявся практикою, є надійнішим. І третє питання - «А чи уразимо цей код з боку ?» Насправді, сам код може бути ідеально написаний і відладжений, але неправильна адресація з боку іншої коду може його зруйнувати.

Озброївшись цими нехитрими висновками, розглянемо архітектуру ОС спільного призначення (GPOS):

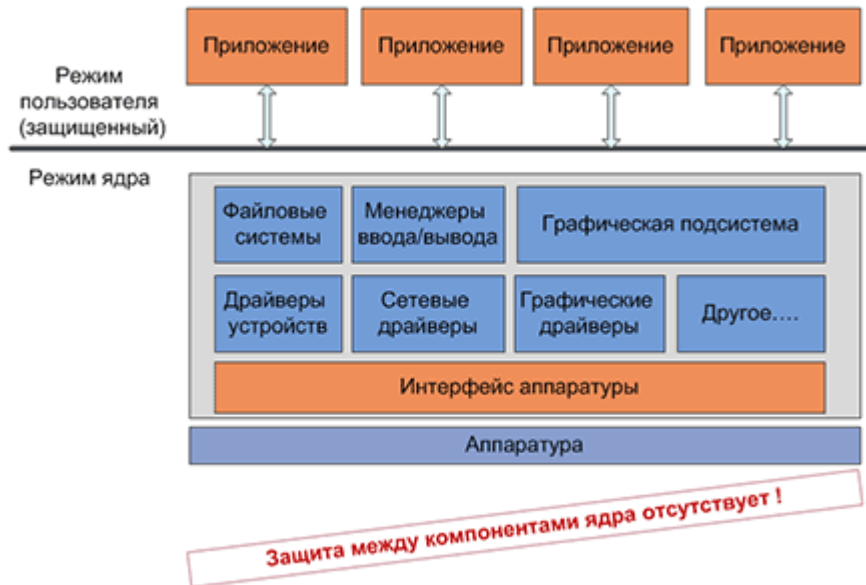


Рисунок 5.1 - Архітектура ОС загального призначення.

Критичним компонентом ОС є ядро, від працездатності якого залежить працездатність всієї останньої системи. У ОС спільного призначення ядро має чималий розмір і, отже, велику вірогідність помилки. Крім того, в режимі ядра працюють окремі компоненти, драйвери, розроблені різними виробниками. Враховуючи швидкість появи на світ нових пристроїв, такі драйвери розробляються досить швидко і тестуються так ретельно, як це лише можливо за наявний час. Більш того, будь-який недбало написаний драйвер, покажчик, що неправильно ініціалізував, може зруйнувати будь-який інший компонент ядра, оскільки захист між компонентами ядра відсутній. Таке порушення приводить, як правило, до «синього екрану смерті», якщо йдеться про Windows.

Якщо ж узяти декілька десятків кілобайт коду, яка тестувалася впродовж багатьох років і помістити його в ядро, а всі останні драйвери і додатки винести в окремі процеси, захистивши адресний простір кожного апаратними засобами захисту процесора, ми отримаємо ОС підвищеної надійності з мікроядерною архітектурою (рис 5.2) :

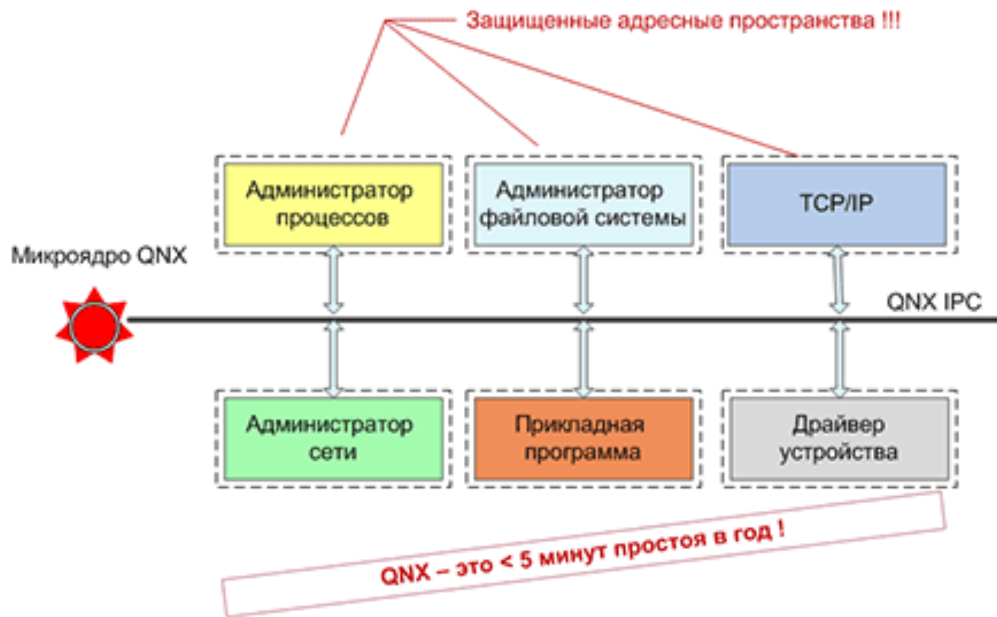


Рисунок 5.2 - Архітектура ОС QNX.

Одній з найперших і відомих реалізацій системи з мікроядерною архітектурою є ОС РВ QNX, яка використовувалася для створення найрізноманітніших mission-critical застосувань, від систем управління озброєннями, до автоматизації ядерних реакторів (наприклад проект CANDU в Канаді).

ОС РВ QNX широко використовується системними інтеграторами, що працюють і в ПЕК України. Окрім мікроядерности і захисту, QNX володіє ще однією важливою властивістю - це дуже простий масштабованість.

Якщо об'єднати декілька комп'ютерів з QNX локальною мережею (можна дубльованою), ці комп'ютери перетворюються на одну віртуальну машину, в якій можна гнучко перерозподіляти навантаження по вузлах мережі, переносючи процеси з вузла на вузол, не переписуючи код.

На одному з вузлів такого кластера або віртуальної машини можлива організація програмного сторожового таймера, який здійснюватиме моніторинг достатку всіх процесів, і, в разі виявлення аномалій, може

спробувати перезапустити процес, що відмовив, і сформувавши діагностичне повідомлення.

Ну і звичайно, не можна не відзначити той факт, що QNX є ОС жорсткого реального часу, що володіє гарантованим часом реакції на зовнішні події, лежачим в субмикросекундній області. Так, високопріоритетний процес управління, витіснить в гарантованих 7-8 сотень Наносекунди будь-який інший, більш низькопріоритетний процес, наприклад СУБД, видасть дію, що управляє, і поверне управління перерваним процесам. Іншою особливістю QNX є черезвычайно низькі накладні витрати, в порівнянні з іншими ОС, що дозволяє обробляти в 4-5 разів більше тегов при рівній обчислювальній потужності.

Сетвиє комунікації в QNX можуть бути дубльовані, причому в різних мережах.

Наприклад зв'язок на UTP/STP Ethernet може бути продубльована резервним каналом RS-232/RS-485.

Технології перерозподілу навантаження в реальному часі між каналами оптимально перерозподіляє навантаження між каналами і миттєво реагує на зміну пропускнув спроможності, що дозволяє "на льоту" відпрацьовувати повреждение і відновлення зв'язку.

Файлова система QNX стійка до збоїв і не руйнується при натисненні на Reset або пропажах живлення, що дозволяє використовувати апаратний сторожовий таймер, що перезапускає систему при аномальному перевищенні часу циклу (зависанні системи).

Все це робить QNX ідеальною платформою для Softlogic.

Більшість наведених вище ідей знайшли своє віддзеркалення в S3, яка використовує QNX як платформи реального часу для реалізації завдань управління, а так само, при необхідності, відображення (HMI) і зберігання критичних даних в СУБД.

Широке поширення QNX в АСУ ТП стримують (1) необхідність купувати досить дорогі засоби розробки і (2) високі вимоги до кваліфікації розробника.

Завдяки SCADA/Softlogic S3 тепер про це можна не турбуватися. По-перше QNX зі всіма своїми нюансами диспетчеризації і тонкого налаштування тепер прихована в "чорному ящику" контролера, PC сумісного комп'ютера, модуля RISC (дивіться повний, постійно поповнюваний список драйверів, і платформ). З таким контролером можна працювати точно так, як і з будь-яким іншим, видалено завантажуючи і відладжуючи проект, не виходячи з єдиної IDE S3.

У других, завдяки оригінальним технологіям S3, Вам більше не потрібний компілятор і дорогі бібліотеки, що входять в комплект розробника, а ціна повністю легального QNX Runtime входить у вартість продукту, яка дуже конкурентоздатна.

Витісняюча багатозадачність з гарантованими і дуже малими часом затримки, одна з кращих в світі реалізація диспетчеризації процесів, дозволяють безболісно на одному процесорі поєднувати завдання регулювання, аварійних захит, комунікацій, інтерфейсу оператора, і, навіть, СУБД. Іншою особливістю QNX є черезвычайно низькі накладні витрати, в порівнянні з іншими ОС, що дозволяє обробляти в 4-5 разів більше тегов при рівній обчислювальній потужності.

У результаті вартість системи на S3 може бути у декілька разів нижче, ніж при "класичному" контролерном підході, не поступаючись, а часто і перевершуючи класику в зручності розробки і супроводу.

Високу надійність кінцевого застосування, що отримується за допомогою S3, доповнює оригінальна концепція вбудованої системи безпеки, що запобігає зміні конкретних змінних, для груп користувачів, що не мають достатніх прав, незалежно від того, за допомогою яких елементів інтерфейсу і з яких вузлів мережі ці змінні можуть змінюватися.

розподілених систем з тисячами параметрів. S3 допускає поступове нарощування кількості змінних і вузлів мережі без переписування коду. Навантаження і функціонал гнучко перерозподіляються горизонтально і вертикально по вузлах гетерогенної мережі за допомогою декількох клацань миші. Наприклад можна мишею перетягнути на верхній рівень мнемосхему панелі оператора контроллера, або перемістити її з робочої станції Windows на робочу станцію Linux або навпаки.

Просте і інтуїтивно зрозуміле створення і зміни змінних з будь-якого редактора будь-якого рівня АСУ ТП - там, де це зручно розробників.

Групові операції над змінними, що дозволяють автоматично створювати за шаблоном і редагувати групу змінних

Сервер, що самоконфігуруючийся, ОРС, який автоматично шукає контроллери і завантажує з кожного список тегов.

Зручний редактор технологічних мов МЭК 61131, що дозволяє створювати власні функціональні блоки на базі тих, що існують.

Інтегрований візуальний відладчик, що дозволяє симулювати вхідні змінні і видалено відладжувати програму, навіть не маючи відповідного устаткування. Будь-яка вихідна фізична змінна, дискретна, або аналогова може бути примусово встановлена в потрібне значення для відладки

Групова робота над проектом. Архітектура S3 дозволяє декільком розробникам не лише одночасно розробляти проект, але навіть одночасно редагувати одну і ту ж мнемосхему. Наприклад один розробник може розробляти низ, тоді як інший розробник, в той же час - верх однієї і тієї ж мнемосхеми.

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:

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

де, B_B – балансова вартість обладнання, грн;

H_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.

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

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.

5.7 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:

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

Отже, собівартість розробки системи дорівнює:

$$C_e = 135365,70 \text{ грн.}$$

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

5.8 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.

5.9 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

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог ГОСТ 12. 0.004 - 79, який встановлює порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними

параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

7.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення.

Згідно ПУЕ 1.7.65 допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електрошліфувальні установки, тощо). Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електроприймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог ПУЕ струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електроприймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електроприймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках

під'єднувати корпуси електроприймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електроприймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електроприймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електрозволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно до ГОСТ 12.4.124-83, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

7.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{заз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевієї полоси, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.}$$

r_B - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_T = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір аземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_T + R_{II} \eta_B n) = 3.9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_{II} - опір поперечних заземлювачів.

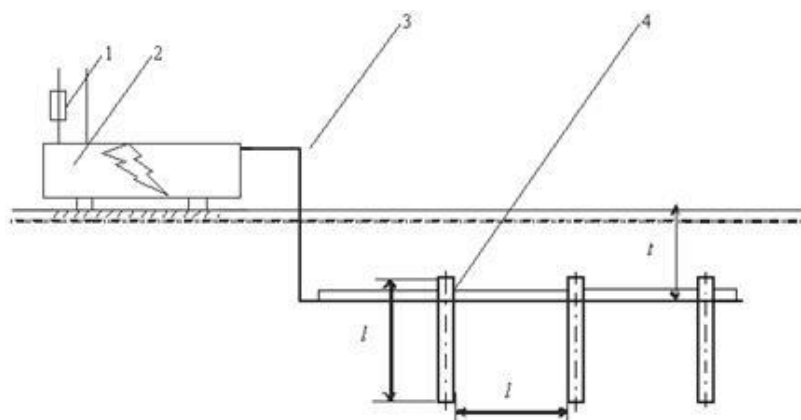


Рисунок 7.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

$\rho_{\text{г}}$ – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_0}$$

де $R_д$ – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R_o	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною

26.

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Екологізація виробництва

Екологізація виробництва передбачає наявність взаємозв'язку і взаємозумовленості будь-яких дій з урахуванням екологічних вимог до розвитку НТП. У зв'язку з цим управління господарством країни і його функціонування повинні здійснюватися на основі раціонального природокористування та застосування нової технології, прогресивної організації маловідходних і безвідходних виробництв.

Екологізація виробництва — це розширене відтворення природних ресурсів шляхом вдосконалення технології, організації матеріального виробництва, підвищення ефективності праці в екологічній сфері.

Шляхи впровадження екологізації

Екологізація народного господарства, підприємств промисловості та АПК припускає інтенсивний розвиток НТП і переклад його на еколого-економічні, економіко-організаційні та еколого-технічні відносини.

Перший напрямок екологізації народного господарства можна здійснювати повсюдно в широких масштабах на діючих основних фондах народного господарства за допомогою екологізації всієї виробничо-господарської діяльності, не перериваючи її. При цьому в основному вирішуються завдання, які не потребують докорінної перебудови основних фондів, але дозволяють досягти суттєвих результатів щодо зниження забруднення навколишнього середовища та ресурсозбереження.

Другий напрямок екологізації господарства здійснюється при відтворенні основних його фондів.

8.2 Зниження енергосмності та енергозбереження.

Енергозбереження стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження відрізняється від енергоефективності, яке стосується використання меншої кількості енергії в тій самій послугі. Наприклад, менше користуватись авто – енергозбереження, а пересісти на авто з меншою витратою паливаенергоефективність. Але і енергозбереження, і енергоефективність є техніками зменшення використання енергії.

Оптимізація освітлення

- максимальне використання денного світла (збільшення кількості, площі та прозорості вікон);
- оптимальне розміщення джерел штучного світла (місцеве, направлене освітлення);
- використання освітлювальних приладів лише за необхідністю;
- підвищення світловіддачі наявних джерел світла (заміна люстр, відбивачів тощо);
- використання приладів управління освітленістю (датчики руху, акустичні датчики, датчики освітленості, таймери, дистанційне керування, дімери);
- запровадження автоматичної системи диспетчерського управління зовнішнім освітленням (АСДУ НО);
- установка інтелектуальних розподілених систем управління освітленням.

Електропривід

- оптимальний підбір потужності електродвигуна;
- використання частотно-регульованого приводу.

Заходи по зниженню втрат тепла та підвищенню ефективності систем теплопостачання:

джерело теплопостачання

- зменшення витрат енергії та тепла на власні потреби;
- використання сучасного обладнання з вищим ККД теплогенерації, напр. конденсаційні котли;
- використання вузлів обліку теплової енергії;
- використання ко- і три- генерації.

теплові мережі

- ізоляція мереж для зниження втрат тепла у довкілля;
- скорочення шляху теплоносія від виробника до споживача теплової енергії (напр., міні-котельня у будинку)
- оптимізація гідравлічних режимів тепломереж;
- зменшення протікань.

споживачі

- належна ізоляція опалюваних приміщень;
- використання систем місцевого регулювання опалювальних приладів;
- переведення будинків в режим нульового споживання тепла для опалення (температура всередині підтримується за рахунок внутрішнього тепловиділення та гарної ізоляції);
- використання вузлів обліку теплової енергії.

Економія води

- встановлення приладів обліку використання води;
- використання води лише коли дійсно необхідно;
- встановлення установка зливних бачків, які мають функцію вибору інтенсивності зливу;
- встановлення автоматичних регуляторів витрат води, аераторів, сенсорних датчиків

8.3 Джерела електромагнітних полів, іонізуючого випромінювання та методи їх знешкодження.

Розрізняють природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). У процесі еволюції біосфера постійно перебуває під впливом ЕМП природного походження (природний фон): електричне та магнітне поля Землі, космічні ЕМП, передусім ті, що генеруються Сонцем. У період науково-технічного прогресу людство створило і все ширше використовує штучні джерела ЕМП. У теперішній час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є тим несприятливим чинником, чий вплив на людину з року в рік зростає. Джерелами, що генерують ЕМП антропогенного походження, є телевізійні та радіотрансляційні станції, установки для радіолокації та радіонавігації, високовольтні лінії електропередач, промислові установки високочастотного нагрівання, пристрої, що забезпечують мобільний та сотовий телефонні зв'язки, антени, трансформатори і т. ін. По суті, джерелами ЕМП можуть бути будь-які елементи електричного кола, через які проходить високочастотний струм. Причому ЕМП змінюється з тою ж частотою, що й струм, який його створює.

Ще на стадії проектування повинне бути забезпечене таке взаємне розташування опромінюючих та опромінюваних об'єктів, яке б зводило б до мінімуму інтенсивність опромінення. Потрібно зменшити імовірність проникнення людей у зони з високою інтенсивністю ЕМП, скоротити час перебування під опроміненням. Потужність джерел випромінювання мусить бути мінімально потрібною.

Важливе значення мають інженерно-технічні методи захисту: колективний, локальний та індивідуальний. Колективний захист спирається на розрахунок поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. Економічно найдоцільніше використовувати природні екрани –

складки місцевості, лісонасадження, нежитлові будівлі. Встановивши антену нагорі, можна зменшити інтенсивність поля, яке опромінює населений пункт, у багато разів.

При захисті від випромінювання екрана повинне враховуватись затухання хвилі при проходженні через екран (наприклад, через лісову смугу). Для екранування можна використовувати рослинність. Спеціальні екрани у вигляді відбивальних щитів дороги і використовуються дуже рідко.

Закритими називаються будь-які джерела іонізуючого випромінювання, будова яких виключає проникнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище при передбачених умовах їхньої експлуатації і зносу.

Основними принципами забезпечення радіаційної безпеки при роботі із закритими джерелами іонізуючого випромінювання є:

- зменшення потужності джерел до мінімальних значень ("захист кількістю");
- скорочення часу роботи з джерелом ("захист часом");
- збільшення відстані від джерел до людей ("захист відстанню");
- екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання ("захист екраном").

Відкритими називаються такі джерела іонізуючого випромінювання, при використанні яких можливе потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

В магістерській роботі розглянуто процес виготовлення пластикових труб. Було проаналізовано основні аспекти технологічного процесу, визначено найбільш важливі параметри, які суттєво впливають на виробництво труб.

Розроблено автоматизовану систему керування процесом екструзії для виробництва полімерних труб.

Систему розроблено на базі програмованого логічного контролера Advantech з додатковими платами розширення. Розроблена система контролю процес екструзії та проводить регулювання температурних параметрів по ПІД закону регулювання. Також виконується адаптивне управління перетворювачами частоти для електродвигунів системи. Таке керування забезпечує збільшення часу роботи електродвигуну та захист від критичних режимів роботи.

Всі параметри технологічного процесу виводяться на екран оператора за допомогою СКАДА системи. За допомогою мнемосхеми оператор може швидко реагувати на критичні ситуації.

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. <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/25079/Merivirta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/4136/1/Product%20Design%20Thesis%20-%20RomeoR.pdf>
7. Кулезнев В.Н., Гусев В.К. Основы технологии переработки пластмасс.- М.:Химия, 1995. -526 с.
8. Шембель А.С., Антипина О.М. Сборник задач и проблемных ситуаций по технологии переработки пластмасс: Учеб. Пособие для техникумов.-Л.; Химия, 1990.-272 с.
9. Г.В. Сагалаев, В.М.Виноградов, Г.В.Комаров. Основы технологий изделий из пластмасс. Москва-1974г. -358 с.