

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 665.7

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
А.І.Жученко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 20 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності **151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**
(код і назва)

на тему: Система автоматизації процесів депарафінізації олів в розчині бензину

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи ЛА-72мп
(шифр групи)

Попюк Владислав Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник асистент Бородін В.І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-хімічний факультет

(повна назва)

Кафедра автоматизації хімічних виробництв

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.І.Жученко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Попюку Владиславу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Система автоматизації холодильної установки в процесі депарафінізації олив у розчині бензину
науковий керівник дисертації Бородін Валерій Іванович, к.т.н., доцент. _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затвержені наказом по університету від «12» 11 2018 р. №4139-с
2. Термін подання студентом дисертації 14 грудня 2018 р
3. Об'єкт дослідження Технологічні процеси депарафінізації олив в розчині бензину
4. Вихідні дані співвідношення оливи і розчинника на вхід у аміачний холодильник, температура охолодженої оливи на виході із аміачного холодильника
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: аналіз технологічного процесу депарафінізації олив в розчині бензину, аналіз існуючих систем керування аміачним холодильником, ідентифікація системи керування аміачного холодильника, синтез системи керування аміачного холодильника, стартап-проект.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Схема автоматизації технологічного процесу, принципова електрична схема дистанційного керування електродвигунів, аварійного захисту та аварійної

сигналізації, схема монтажно-комутаційна до технологічних блокувань двигунів.

7. Орієнтовний перелік публікацій Автоматизація аміачного холодильника у процесі депарафінізації олів в розчині бензину.

9. Дата видачі завдання _____ 6 листопада 2018 р _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу депарафінізації олів в розчині бензину	6.11.18	
2	Проектування системи автоматизації процесу депарафінізації олів в розчині бензину	15.11.18	
3	Ідентифікація моделі аміачного холодильника	23.11.18	
4	Синтез систем керування для аміачного холодильника	1.12.18	
5	Оформлення стартап-проекту	10.12.18	
6	Оформлення магістерської дисертації	12.12.18	

Студент

(підпис)

Полюк В.Ю.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Бородін В.І.
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація виконана на тему «Автоматизація холодильної установки в процесі депарафінізації олів у розчині бензину», містить 67 сторінки пояснювальної записки, ілюстрації, таблиці, додатки та 11 бібліографічних найменування.

Об'єкт дослідження – аміачна холодильна установка.

Предмет дослідження – система керування аміачною холодильною установкою.

Досліджено технологічну схему виробництва, впроваджено системи контролю й досліджено та описано структуру процесу.

Розроблені системи керування аміачною холодильною установкою на основі ПД та нечіткого регуляторів. Проведено порівняння роботи систем керування холодильною установкою на основі цих регуляторів. Розроблено стартап-проект.

Ключові слова: ДЕПАРАФІНІЗАЦІЯ, ПАРАФІН, ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ANSYS, НЕЧІТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ.

ABSTRACT

The master's dissertation is performed on the theme "Automation of the refrigeration unit in the process of de-paraffinization of oils in a gasoline solution", contains 67 pages of the explanatory note, illustrations, tables, annexes and 11 bibliographic titles.

The object of the study is ammonia refrigeration.

The subject of research - the system of management of ammonia refrigeration.

The technological scheme of production was investigated, control systems were introduced, and the structure of the process was investigated and described.

The systems of control of the ammonia refrigeration system on the basis of PID and fuzzy regulators have been developed. Comparison of operation of refrigerating system control systems on the basis of these regulators is carried out. A startup project has been developed.

Keywords: DEPARAFFINIZATION, PARAFFIN, CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEM, ANSYS SOFTWARE, URGENT CONTROL SYSTEM, AUTOMATIZATION.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ДЕПАРАФІНІЗАЦІЇ ОЛИВ В РОЗЧИНІ БЕНЗИНУ	9
1.1. Основи процесу депарафінізації олив	9
1.2. Класифікація сировини.....	11
1.3. Видалення парафіну за допомогою розчинників.....	14
1.4. Розчинники.....	14
1.5. Вибір умов депарафінізації.....	17
1.6. Апаратура й устаткування депарафінізованих установок.....	18
1.7. Контроль роботи установок для депарафінізації олив розчинниками.....	22
2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДЕПАРАФІНІЗАЦІЇ ОЛИВ В РОЗЧИНІ БЕНЗИНУ	25
2.1. Аналіз основних параметрів виробництва.....	25
2.2. Розробка схеми автоматизації.....	27
2.3. Розробка технологічної схеми сигналізації та аварійного захисту	30
2.4. Розробка схеми керування електродвигунами	31
3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АМІАЧНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА	33
3.1. Математичний опис аміачного холодильника	33
3.3. Ідентифікація об'єкта керування.....	39
4. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АМІАЧНИМ ХОЛОДИЛЬНИКОМ.....	45
4.1. Розрахунок системи з ПІД-регулятором.....	45
4.2. Розрахунок та дослідження системи керування в аміачному холодильнику з нечітким регулятором.	46
4.3. Висновки до 4 розділу	52
5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	54
5.1. Ідея та опис стартапу	54
5.2. Аудит динаміки та основних тенденцій ринку виробництва олив	55
5.3. Аналіз маркетингового середовища.....	56
5.3.1. Аналіз внутрішнього середовища.....	56
5.3.2. Аналіз зовнішнього середовища.....	60
5.3.3. Аналіз факторів мікромаркетингового середовища.	63
5.3.4. Формулювання управлінської проблеми	64
5.4. Конкурентний аналіз компанії.....	66
5.5. Ринкові стратегії стартап-проекту.....	67

5.6. Комерційна пропозиція	69
ВИСНОВКИ	70
ЛІТЕРАТУРА	71

ВСТУП

Дана дипломна робота присвячена вивченню процесу депарафінізації олів в розчині бензину.

Нафта є одним з основних джерел органічної сировини. Приблизно 25% світової хімічної продукції випускається на основі нафти і газу.

Багато продуктів нафтохімічного синтезу мають важливе значення в автомобільному транспорті, авіації, ракетній техніці та інших областях. До них відносяться синтетичні моторні і ракетні палива, мастила, присадки, що поліпшують властивості палив і олів, антифризи, що перешкоджають замерзанню охолоджуючих рідин, гальмівні і гідравлічні рідини.

Новизною даного дипломного проекту є створення нової схеми автоматизації процесу депарафінізації олів в розчині бензину. Для цього в проекті застосовано нове устаткування та нові технічні засоби автоматизації, що відповідають вимогам точності та економічності. Також для якісної роботи системи керування обрані такі параметри регуляторів, які забезпечують задані показники якості системи.

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ДЕПАРАФІНІЗАЦІЇ ОЛИВ В РОЗЧИНІ БЕНЗИНУ

1.1. Основи процесу депарафінзації олив

Призначення процесу і методи депарафінзації. Депарафінзацією називається процес видалення з нафтопродуктів твердих вуглеводнів при низькій температурі. Такі вуглеводні в основному складаються з високомолекулярних алканів, починаючи з гексадекана $C_{16}H_{34}$, який має температуру плавлення $+18^{\circ}C$. Крім алканів, суміш високоплавких твердих вуглеводнів містить циклани і невелику кількість ароматичних вуглеводнів з довгими алкановими ланцюгами.

Наявність твердих вуглеводнів обумовлює високу температуру застигання нафтопродуктів і малу рухливість їх при низьких температурах. Це призводить до ускладнень при використанні нафтопродуктів, особливо мастил, в механізмах, що працюють при знижених температурах. Виділені при цих умовах тверді вуглеводні створюють в рідині кристалічну сітку; вона і викликає втрату рухливості нафтопродукту. Цьому ж сприяють адсорбція рідкої фази кристаликами і створення навколо кристаликів сольватних оболонок.

Виділені з нафтопродуктів і належним чином оброблені тверді вуглеводні є самі по собі цінними продуктами - парафіном та церезином.

Необхідною і основною умовою відділення розглянутих вуглеводнів від масла є низька температура середовища; з пониженням температури зменшується здатність високомолекулярних вуглеводнів до розчинення в маслі і відбувається їх кристалізація. Різні вуглеводні дають різні кристали при охолодженні масла, в якому вони розчинені. Чим вище молекулярна вага і температура плавлення вуглеводнів, тим більше дрібні кристалики він утворює при охолодженні.

Легкоплавкі, порівняно низькомолекулярні вуглеводні, переважно алкани, утворюють великі стрічкоподібні і пластинчасті кристали. Їх вдається

порівняно легко відокремити від масла фільтруванням на холод. Технічний продукт, що складається з суміші таких вуглеводнів називається парафіном.

Нафтопродукти, що містять більш дрібні кристалики так званого церезина, мають голчасту будову, практично не піддаються фільтруванню і зовсім не виділяють утворене між кристалами масло в процесі потіння, застосованим при виробництві парафіну. Такі нафтопродукти піддаються депарафінації в особливих умовах - із застосуванням спеціальних розчинників. Домішка церезину до парафіну різко змінює кристалічну структуру останнього і сильно ускладнює його фільтрування.

При фракційній перегонці нафти, парафін в основному відганяється разом з малов'язкими олійними фракціями (веретенними, машинними), церезин - з висококиплячими фракціями; висококиплячий, високоплавкий церезин утримується в залишках перегонки - в гудроні і концентраті. При перегонці церезин може частково розкладатися і переходити в парафін.

При температурі плавлення парафін і церезин легко розчиняються в будь-яких умовах у всіх нафтопродуктах. Розчинність зменшується при зниженні температури навколишнього середовища і підвищення щільності і молекулярної ваги нафтової фракції.

Крупнокристалічний парафін видаляють з малов'язких дистилятів в одну або дві стадії без розведення дистилятів розчинниками. Перша стадія - відділення основної маси твердого парафіну. Для цієї мети нафтову фракцію, наприклад так званий парафіновий дистилят, охолоджують до температури 2 - 6 °С. Потім викристалізовується твердий парафін, якого відокремлюють від масла на звичайних рамкових фільтрпресах.

Відфільтрована олива зазвичай має ще високу температуру застигання, наприклад від 9 °С і до 15 °С. Для отримання з нього мастил з більш низькою температурою застигання необхідно провести другу стадію депарафінації - при більш низькій температурі. Фільтрація цього ж дистиляту при -16 °С дає масло з температурою застигання до -15 °С при щільності 0,891 - 0,900 і в'язкості 2 - 2,3.

Додавання до фільтрованої оливи речовин, які протидіють утворенню сольватних шарів на поверхні кристалів парафіну і церезину, покращує і прискорює процес депарафінації. Такими речовинами-присадками служать, наприклад депресатор ЛзНП, присадка сантопур, окислені парафіни і церезини, асфальтени. Всі ці присадки відрізняються високою полярністю своїх молекул.

Ефективність додавання депресатора (2% ваги масла) при фільтрації парафіну видно з такого прикладу: продуктивність установки для депарафінації масла збільшується на 25% в порівнянні з роботою без депресаторів; отриманий при цьому фільтрат застигає при температурі на майже 7 – 10 °С нижче, ніж зазвичай одержуваний фільтрат.

1.2. Класифікація сировини.

Процес депарафінації застосовують при отриманні різноманітних нафтопродуктів, починаючи від дизельних палив закінчуючи важкими залишковими оливами. Сировину для депарафінації можна розділити на групи, що значно розрізняються між собою за фракційним складом: дистилятні продукти і продукти залишкового походження.

Кипіння дистиляту сировини знаходиться в межах від 320 – 380 °С, для дизельних палив до 520 – 550 °С, для важких дистилятів олив, для залишкової сировини становить 400 – 500 °С і містить фракції найбільш висококиплячих компонентів нафти з температурами кипіння набагато вище 600 °С. Різниця в температурах кипіння дистиляту і залишкової сировини пов'язано з різницею молекулярних ваг цих продуктів, внаслідок чого і інші їх властивості також виявляються різними.

Залишкові продукти в порівнянні з дистилятів володіють більш високою в'язкістю, щільністю; в розчинниках залишкові продукти розчиняються значно важче. За хімічним складом і будовою молекули залишкової сировини значно складніше, в залишкових продуктах міститься набагато більше смолистих речовин, поліциклічних і висококонденсованих ароматичних вуглеводнів і т.д.

У зв'язку з різними фізичними властивостями й хімічним складом залишкової сировини і дистиляту необхідно застосовувати різні методи депарафінації. Депарафінації фільтрпресом або депарафінації карбамідом, будучи дуже ефективними для легких дистилятів продуктів, є неприйнятний для важкої залишкової сировини.

З технологічної підготовки сировина для депарафінації розділяється на очищене і неочищене. В більшості випадків на депарафінації направляють сировину, очищену різними способами, головним методом - виборчими розчинниками.

З дистилятної сировини в неочищеному вигляді депарафінують продукти, які за технологією виготовлення взагалі не вимагають очищення, наприклад дизельні палива деяких нафт, легкі індустріальні оливи невисокої якості і деякі інші. Також без очищення депарафінують і парафінові дистиляти, цільовим продуктом переробки яких є не депарафінована олива, а парафін.

Залишкові ж продукти депарафінують в неочищеному вигляді лише у окремих випадках, зокрема, тоді, коли застосовують процеси, в яких депарафінація поєднується з очищенням, наприклад, при процесі спільного осадження смол і парафіну сірчаною кислотою, при спільній депарафінації і деасфальтизації пропаном і т.д. Проте ці процеси застосовують дуже рідко, і залишкові продукти йдуть на депарафінацію, як правило, в очищеному вигляді.

Щоб охарактеризувати сировину для депарафінації, розглянемо властивості деяких найбільш типових і важливих нафтопродуктів, які направляються на депарафінацію. Зупинимося лише па тих властивостях, які в будь-якій мірі прямо або побічно мають відношення до процесу депарафінації.

Дизельні палива - дистилятні фракції нафти з межами кипіння в залежності від 150 до 360 °С. Однією з найважливіших властивостей дизельних палив є температура їх застигання.

Щоб витримати необхідну температуру застигання, звично прагнуть або готувати дизельне паливо з малопарафіністих нафт, що дають дистиляти з досить низькими температурами застигання, або знижують кінець кипіння дизельного палива, щоб зменшити зміст кінцевих фракцій з найбільш високими температурами застигання. Проте такі шляхи покращення температури застигання дизельних палив значно знижує їх ресурси.

Парафінові дистилятами називаються фракції нафти, що є сировиною для вироблення парафіну в основному методом фільтрпресу. Цільовим продуктом переробки парафінованих дистилятів є парафін. Фільтрат ж, отримуваний від фільтрації парафінованих дистилятів, залишаються звичайними не повністю депарафінізованими, характеризується підвищеними температурами застигання, здебільшого близько 0 °С і вище, і використовуються в основному як сировина для крекінгу або для вироблення деяких індустріальних олив невисокої якості.

Внаслідок вищесказаного цільового призначення парафінізованих дистилятів та їх властивості є отримання з них парафіну необхідної якості. Основними властивостями парафінізованих дистилятів є кількість вміщеного в них парафіну, його кристалічна структура і фракційний склад. До показників якості парафінового дистиляту, використовуваного для контролю його отримань при розробці, відносяться температура насиченим парафіном, в'язкість, мікроструктура, фільтрація і фракційний склад.

Зміст парафіну в парафіновом дистиляте визначає виход товарного парафіну при його переробці, а отже, і його цінність як сировини для парафінового виробництва. Кристалічна структура охолодженого парафінового дистиляту має вирішальне значення при його фільтрації, оскільки від величини кристалів парафіну залежать швидкості фільтрації, а отже і продуктивність фільтрувального обладнання, а також зффективності процесом обезмаслення після фільтрації.

1.3. Видалення парафіну за допомогою розчинників.

Високов'язкі масла не можуть бути відділені від суміші твердих високоплавких парафіну і церезину фільтруванням за описаним вище способом - без застосування розчинників. Висока в'язкість масла перешкоджає вільному відділенню найдрібніших кристалів твердих вуглеводнів. Останні в сильному ступені утримують масло на поверхні своїх кристалів. Для відділення високоплавких парафіну і церезину в масло вводять спеціально підібрані розчинники. Основне призначення розчинника - зменшити в'язкість середовища, а також адсорбційну здатність кристалів по відношенню до масла, і створити більш сприятливі умови кристалізації для подальшого видалення твердих вуглеводнів з в'язких олив.

Розчинники повинні діяти вибірково, щоб масло змогло легко розчинитися, а церезин або парафін повністю або в більшій частині зімг випадати з розчину у вигляді кристалів. Процес виділення твердих вуглеводнів за допомогою розчинників носить назву депарафінізація виборчими розчинниками.

Від розчинника потрібно, щоб він сприяв кристалізації церезина або парафіну і зменшував їх властивість утримувати масло на поверхні кристалів. Сам розчинник повинен мати досить низькі температури застигання і кипіння, мати сприятливі теплові властивості, не бути токсичним і не роз'їдати виробничу апаратуру.

1.4. Розчинники

З великого числа випробуваних розчинників практичного застосування випробували: рідкий пропан, суміш бензолу, кетона і толуолу, суміш дихлоретану з бензолом. У більш ранніх установках для депарафінізації застосовували також нафту, яка не володіє досить вираженими виборчими властивостями.

Нафта - фракція бензину, кипляча в межах 80 – 130 °С. У порівнянні з іншими розчинниками нафта в більшій мірі розчиняє тверді вуглеводні; наприклад, в 100 мл нафти розчиняється при 12 °С 4,5 г парафіну, що має

температуру плавлення $53\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в 100 мл ацетону при $31,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ парафіну розчиняється всього 0,2 г. Тому, щоб отримати низькозастигаюче масло за допомогою нафти, треба розчин масла в розчиннику охолоджувати до дуже низьких температур; так, щоб отримати масло з температурою застигання $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. розчин його в нафті необхідно охолодити в середньому до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, температурний градієнт (розрив між температурою депарафінації і температурою застигання отриманого масла) в даному випадку дуже великий - до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Величина температурного градієнта для різних розчинників коливається від $2 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Бензол- кетон- толуолова суміш застосовується на багатьох установках. Кетони дуже мало розчиняють церезин і парафін, але вони недостатньо розчиняють також і масло. Тому при застосуванні кетонів, наприклад ацетону, з розчину разом з церезином випадає і частина масла. Щоб уникнути цього, до кетонів додають бензол, який добре розчиняє масла. Бензол, однак, має високу температуру замерзання і може сам випадати з розчину у вигляді кристалів при низьких температурах депарафінації.

Додавання до суміші кетона і бензолу деякої кількості толуолу (температура застигання $-93\text{ }^{\circ}\text{C}$) можна уникнути зазначених труднощів. Співвідношення окремих розчинників в суміші встановлюють в кожному окремому випадку експериментом; в середньому кетона береться 25-45 %, бензолу 40-60 %, толуолу 12-25 %. Раніше використовували ацетон; тепер частіше застосовують метілегікетон (МЕК), він краще розчиняє масло і має меншу пружність парів.

При застосуванні бензол- кетон- толуола температурний градієнт після відгону розчинника дорівнює всього $4-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отже, при однаковій мірі депарафінації температура процесу значно вище, а витрата холоду менше, ніж при роботі з нафтою. Швидкість охолодження розчину масла може досягати $30-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в годину. Це дозволяє прискорити процес і використовувати для охолодження дуже компактну апаратуру, наприклад охолоджувачі типу «труба

в трубі». З розчину церезин легко виділяється на фільтрпресах або вакуумних фільтрах, експлуатація яких дешевше експлуатації центрифуг.

Рідкий пропан застосовується не тільки як розчинник, а й як охолоджуючий агент внаслідок його легкої випаровуваності. Розчинність парафіну в пропані більше, ніж в кетоні, з цього температурний градієнт досить великий і дорівнює 15-20 °С. Допускається велика швидкість охолодження пропанових розчинів масла. В'язкість розчинів дуже мала і відділення церезина йде легко; вміст оливи у відокремленому церезином невелика. Охолодити розчин можна випаровуванням частини пропану. Недоліком є підвищений тиск -10 до -14, так як при низькому тиску пропан газоподібна речовина.

Дихлоретан $C_2H_4Cl_2$ використовується для депарафінації в суміші з бензолом. Умови депарафінації приблизно ті ж, що і для бензол-кетон-толуолу. На діючих установках церезин видаляється за допомогою центрифуг.

При депарафінації полярноактивними розчинниками, до яких відносяться кетони, дихлоретан, спирти та ін.,

Переваги перед застосуванням вуглеводневих розчинників - нафти, пропану, гексанової або гептанової фракції: забезпечується менший температурний градієнт, допускається більш швидке охолодження розчину; зменшується вміст оливи, утримуваної парафіном і церезином, підвищується вихід основного продукту - депарафінованого масла; вдається здійснювати депарафінації широкого кола масел різної в'язкості - від солярових до високов'язких залишкових; установки гнучкі в роботі- легко і швидко можна переходити з однієї сировини на інші; втрати розчинника в процесі дуже невеликі; робота проводиться при низькому тиску; зберігається стабільність складу і властивостей розчинника в процесі.

Загальна схема процесу. Масло змішують з розчинником в змішувачі. Суміш нагрівають в парових теплообмінниках для кращого і повного розчинення парафіну; цю операцію називають термічною обробкою суміші. Далі розчин охолоджують до заданої температури зі швидкістю, яка характерна для даного розчинника.

Охолодження здійснюється послідовно в водяних холодильниках. в теплообмінниках - холодним розчином депарафінізованої оливи і, нарешті, в холодильниках глибокого охолодження; в останніх низька температура створюється випаровуванням аміаку або іншого хладагента. Відділені з розчину кристали парафіну і церезину відокремлюють на фільтрах або (на деяких установках) на центрифугах. Відокремлені від розчину парафін і церезин захоплюють з собою деяку кількість розчинника і оливи; щоб зменшити кількість масла, суміш твердих вуглеводнів промивають додатковою кількістю розчинника.

З розчину депарафінізованої оливи, попередньо підігрітого в теплообмінниках, відганяють розчинник на перегінній установці. Останні сліди розчинника з масла відганяють відкритим водяною паром. Відокремлену від масла суміш парафіну і церезину також звільняють від розчинника на установці. Для відділення розчинника від води і вилучення з конденсаційної води слідів розчинника є додаткова апаратура. Розчинник, відігнаний з розчину олії і з суміші його з парафіном і церезином, повертається в змішувач. Процес депарафінації протікає по безперервній схемі.

1.5. Вибір умов депарафінації.

Збільшення в'язкості депарафінізованої сировини вимагає велику кількість розчинників, щоб зменшити в'язкість розчину і таким чином створити сприятливі умови для росту кристалів парафінів і сприяти більшій швидкості фільтрації. Однак зі збільшенням розведення розчинником зростає кількість розчиненого в ньому парафіну (церезину); після відгону розчинника ці тверді вуглеводні залишаються в маслі, внаслідок чого знизиться ефект депарафінації, так як зросте температура застигання готовою масла.

Оптимальні умови розведення встановлюються досвідом і лежать в межах від 1,5: 1 для малов'язких дистилятних масел до 4,5: 1 для вузьких залишкових масел. Для видалення масла з суміші твердих вуглеводнів останню промивають на фільтрі додатковою кількістю розчинника. Масло, виділене з промивної

рідини, зазвичай має підвищену температуру застигання, тому його не завжди можна приєднати до основного депарафінізованого масла. Іноді промивну рідину після використання її для промивання парафіну і церезину приєднують до вихідного масла, що надходить на депарафінації.

Попереднє нагрівання розчину масла в розчиннику до 60 – 70 °С забезпечує повне розчинення твердих вуглеводнів вихідної сировини і при наступному охолодженні розчину нормальні умови для їх кристалізації. Швидкість охолодження розчину масла залежить від природи розчинника і вибирається в залежності від застосовуваного розчинника.

Взаємозв'язок між температурою процесу депарафінації і якість масла в загальному така: церезин і парафін, перебуваючи в певній кількості розчиненими в маслі, покращують його в'язкісно-температурні характеристики, по підвищують температуру застигання. Таким чином, зниження температури застигання, поліпшує прокачку масла при знижених температурах досягається ціною деякого погіршення інших характеристик. Треба врахувати також, що при глибокій депарафінації разом з церезином починають осідати частково і рідкі циклани з довгими алкановими ланцюгами; це веде до подальшого погіршення якості депарафінованого масла. Тому при депарафінації не слід без необхідності надмірно охолоджувати розчин масла.

1.6. Апаратура й устаткування депарафінованих установок.

Холодильні установки служать при депарафінації і деяких інших процесах нафтопереробки для штучного охолодження нафтопродуктів до температур нижче нуля. Для цього треба відняти тепло від нафтопродуктів, температура яких повинна бути нижче температури зазвичай застосовуються природних охолоджувачів - води, повітря та ін. Отже, треба застосувати особливі охолоджувачі (холодильні агенти) з дуже низькою температурою. Для цього штучно створюють холод за допомогою холодильних машин. У машинах здійснюється такий фізичний процес переходу тел з одного фізичного стану в інше, при якому відбувається значне поглинання тепла ззовні. Як

відомо, таким процесом є, наприклад, випаровування при низьких температурах рідин.

Найбільш поширеними холодильними агентами, випаровування яких при низьких температурах охолоджується доквілля, є аміак, SO_2 , вуглекислота, пропан та ін.

Зовнішнім середовищем, від якої віднімається тепло в випарнику, може бути безпосередньо обробляється рідина, наприклад розчин депарафінованого масла, або проміжний переносник холоду; в останньому випадку рідина повинна замерзати при низьких робочих температурах процесу; для цієї мети часто застосовують водні розчини різних солей (розсоли).

Розсоли перекачують до тих апаратів нафтопереробних установок, в яких необхідно при допомозі цих хладагентів охолодити оброблювані нафтові рідини.

Процес депарафінації олив в розчині бензину.

Технологічну схему процесу можна побачити на рис. 1.1.

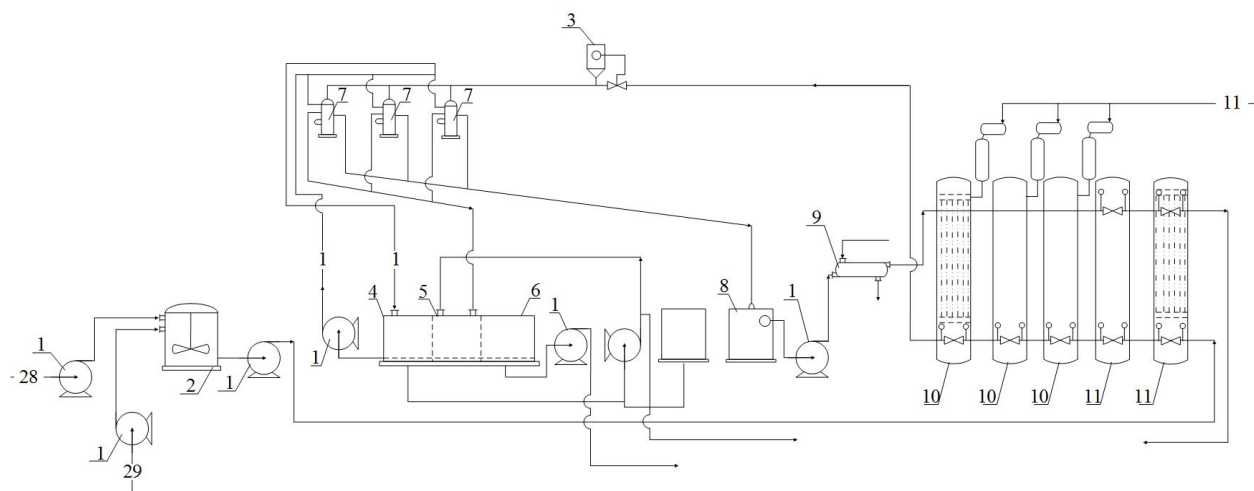


рис. 1.1 – Технологічна схема депарафінації олив в розчині бензину:

1 – насос; 2 – змішувальний бак; 3 – зрівнювальний бак; 4 – ємність гарячої води; 5 – ємність для відстоювання петролатума; 6 – ємність для сухої суміші для петролатума з бензином; 7 – центрифуга 1 ступеня; 8 – ємність для розчину депарафінованого мастила; 9 – аміачний холодильник; 10 – аміачні холодильні башти; 11 – регенеративні холодильні башти; 28 – концентрат парафінованої нафти; 29 – фракція бензину парафінованої нафти

Цей процес застосовується виключно для виділення парафінів і церезинів з очищених напівгудронів, одержуваних з парафінистих нафт. Процес

депарафінізації за цим методом показаний на рисунку та полягає в наступному. Попередньо підігрітий концентрат парафінистої нафти після очищення кислотою і відбілювальною землею або після очищення виборчим розчинником подається насосом Н-1 в змішувальний бачок Е-1, куди іншим насосом Н-2 закачується фракція бензину (80...130 °С) парафінистої нафти в кількості 1,8...2 об'єму на 1 об'єм концентрату. Змішувальний резервуар має пропелерну мішалку, яка приводиться в рух електромотором. Суміш в резервуарі повинна мати температуру 55...60 °С.

З резервуара суміш насосом Н-3 направляється в холодильні башти. Охолоджуваний розчин прокачується послідовно через 23 башти. Холодильний агент поступає через вертикальні змійовики, встановлені в баштах. Аміак надходить паралельно в усі змійовики охолоджуваних їм башт. Необхідна температура в баштах створюється внаслідок різного розрідження в кожній з них. Швидкість охолодження підтримується 5 °С за 1 год. Охолоджений до мінус 40...42 °С розчин масла в бензині далі надходить через бачок постійного рівня Е-2 в три колектора центрифуг, які працюють паралельно. Щоб запобігти випаровування бензину, застосовують центрифуги абсолютно закритого, газонепроникного типу. Швидкість обертання центрифуги 15 тис. об/хв.

У центрифуги насосом Н-2 з ємності Е-3 подається вода, нагріта до 60...65 °С, для розплавлення петролатума. З центрифуг відходять суміш бензину і петролатума з водою, яку направляють на відстій в ємність Е-4, і розчин депарафінізованого масла в бензині, що надходить в проміжну ємність Е-5. Відстоювання суміш бензину і петролатума надходить в ємність Е-6, звідки насосом Н-5 відкачується на регенерацію бензину шляхом відгону останнього.

Депарафінірований розчин оливи з ємності Е-5 насосом Н-6 прокачується через аміачний холодильник, де охолоджується до мінус 29 °С, і далі через перші 17 охолоджувальних башт. Після виходу з них розчин оливи в бензині збирається в проміжній ємності, з якої далі прямує через пародистилянтні теплообмінники в трубчасту піч. З трубчастої печі нагрітий до 280 °С розчин надходить в випарну колону, де бензин відділяється від масла.

Готова олива забирається знизу колони і після проходження через вакуумну сушарку подається в резервуар. На заводах отримується масло, що далі піддається ще додатковій очищенню фільтрацією через відбілювальні землі.

Зважаючи на вищесказане, необхідно під час розроблення схеми автоматизації забезпечити необхідне співвідношення нафти та концентрату, підтримку заданих температур у апаратах для отримання продукту потрібної якості.

Для глибокого охолодження масла застосовують також холодильники-кристалізатори. працюють ні з безпосереднім аміачним (пропанових і іншим) охолодженням, а з проміжним холодоносієм.

Найбільш поширені горизонтальні кристалізатори типу «труба в трубі»; подекуди застосовуються вертикальні циліндричні кристалізатори. Кристалізатори типу "труба в трубі" складаються з декількох секцій, наприклад з 12 подвійних труб. труби меншого діаметра (150 мм) концентрично розташовані в трубах більшого діаметру (200 мм). Кінці труб з'єднані фітингами високого тиску.

Охоложене середовище проходить через кільцеподібний простір між двома трубами. По внутрішній трубі помішані шнек або інші пристосування, які служать для просування в трубі охоложеного розчину масла в суміші з кристалами і перешкоджають відкладенню суміші парафіну і церезину на стінках кристалізатора.

Шнек обертається за допомогою зубчастих передач на кінцях вала шнека, що спирається на підшипники, і приводний ланцюга, що охоплює зубчасті колеса; часто замість ланцюгової передачі застосовується черв'ячна передача. Кристалізатори повинні бути ретельно теплоізовані.

Для нормальної роботи будь-якої холодильної та кристалізованої установки вельми важлива герметичність сальників компресорів і всмоктуючих магістралей, щоб в систему потрапляв повітря, так як він різко знижує ККД установки.

Фільтри, що застосовуються для відділення суміші твердих вугле-відрядив від масла, найчастіше є обертовими барабанного типу.

Крім фільтрів барабанного типу, застосовуються стрічкові фільтри. Вони являють собою стрічку, складену з сорока окремих листів 0,5 х 3м з перфорованим дном. Фільтруючий матеріал-тканину і папір. Фільтрація охолодженого розчину і промивання відфільтрованого шару відбуваються при неперервному русі стрічки.

Відфільтрований шар знімається з стрічки за допомогою повітряного дренажу в кінці стрічки. При цьому можна отримати парафін, що містить 0.3% масла.

1.7. Контроль роботи установок для депарафінізації олів розчинниками

Якісний режим роботи колон при депарафінізації забезпечується контролем і регулюванням наступних показників:

1) витрата сировини і розчинника – два окремих регулятора сировини і розчинника на шляху від підігрівачів в колону.

2) температури сировини і розчину, які поступають в колону, - реєструючі і контролюючі потенціометри, з'єднані з регулюючими клапанами на подачі водяного пара в підігрівачі сировини і розчинника.

3) температура зверху колони (температура розчину оливи на виході з колони) – такий же потенціометр, з'єднаний з паровим підігрівачем, поміщеним у верхньому шарі колони.

4) температура відібраної з низу колони екстрактного розчину – такий же потенціометр.

5) тиск в колоні – регулятори тиску на лініях подачі сировини і розчинника в колону.

При роботі на установці очищення розчинниками необхідно досягти:

- а) отримання продукту заданої якості;
- б) досягнення максимального виходу очищеного продукту;
- в) досягнення мінімальних втрат розчинника.

Задані якості продукту гарантуються точним дотриманням інструкції встановленого режиму – температурних умов, швидкості процесу, кількості

витраченого розчинника. Необхідно постійно слідкувати по лабораторним аналізам за якістю очищеної оливи, якщо в зворотному випадку не будемо досягати певних норм, то потрібно підвищити витрату розчинника. Необхідно звертати увагу, щоб температура в екстракторах з сторони виходу розчину екстракту не піднімалась.

Взагалі не потрібно зловживати ні температурою, ні кількістю розчинника, так як відомо що з очищення якість оливи покращується повільніше, чим зменшення виходу оливи. Також потрібно слідкувати, щоб в очисну систему не попала вода. Вона може утворити емульсію в змішувачах. Мінімальні втрати розчинника можуть бути досягнутими при правильному веденню процесу отгонки і сушки розчинника.

На установках депарафінізації з розчинниками в результаті проведеного процесу повинні вийти:

- 1) олива з заданою температурою застигання;
- 2) найбільший можливий вихід його;
- 3) найменші втрати розчинника.

Для першого пункту потрібно перевірити і переконатися в справності роботи системи охолодження. Необхідно дивитися, щоб показники оливи показували задану температуру застигання, та прилади показували задану температуру фільтрації. Якщо ми бачимо підвищення вказаних температур, необхідно збільшити приток хладоагента, в крайньому випадку декілька зменшити розчин оливи, який подано на депарафінізацію. Також потрібно перевіряти роботу холодильника – достатньо чи він охолоджує розчин оливи.

Великий вплив на успішність охолодження вказує справність теплової ізоляції апаратів. В деяких випадках результати депарафінізації можуть погіршитися в разі того, що недепарафінізоване масло попадає в депарафінізоване через нещільність змійовиків холодильника.

Найбільший вихід оливи досягається точним дотриманням заданого відношення кількості оливи і розчинника. Невеликим збільшенням кількості

розчинника можна збільшити вихід оливи, але зловживати цим не потрібно, так як при великому розбавленні може підвищитися температура застигання оливи.

Суміш парафіну і церезину на фільтрі необхідно якісно промивати і продувати циркулюючим в системі інертним газом.

Не можна допускати випарювання розчинників в навколишнє середовище; потрібно слідкувати за справністю вентиляційних обладнань та апаратів, особливо за герметичністю насосів. Пропуск розчинників насосами веде до отруєння повітря в приміщенні. Одним з методів боротьби є застосування сальників з гідравлічними масляними затворами. Після забруднення оливи в затворі по вичерпанню деякого часу її регенерують – звільнюють від розчинника.

2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДЕПАРАФІНІЗАЦІЇ ОЛИВ В РОЗЧИНІ БЕНЗИНУ

2.1. Аналіз основних параметрів виробництва

На підставі здійсненого аналізу особливостей виробництва слід передбачити автоматичний контроль таких параметрів:

- температуру фракції бензину на вході в змішувальний резервуар в межах 80...130 °С;
- об'єму парафінізованої нафти в межах 1.8...2.0 на 1 об'єм концентрату;
- температуру очищеного концентрату в резервуарі в межах 55...60 °С;
- температуру розчину олів в бензині в межах -40...-42 °С;
- швидкість ротору цетрифуги 15 тис. обертів/хв;
- температуру води для плавлення петролатуму в межах 60...65 °С;
- температуру розчину в трубчатій печі піднімається до 280 °С;
- витрату бензину на оливу досягає 10% ;

Результати повного аналізу наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри контролю виробництва

№ Конт.	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1.	Трубопровід, концентрат парафінової нафти	Температура	55...60 °С	Контроль, регулювання, сигналізація
2.	Трубопровід, фракція бензину	Температура	80...130 °С	Контроль, регулювання, сигналізація

3.	Трубопровід, концентрат парафінової нафти	Витрата	0,5...1 кг/с	Контроль, регулювання
4.	Трубопровід, фракція бензину	Витрата	10 кг/с	Контроль, регулювання
5.	Змішувальний бак	Температура	–	Контроль, регулювання, регістрація
6.	Трубопровід	Температура	–	Контроль
7.	Трубопровід, аміак	Витрата	–	Контроль
8.	Трубопровід, аміак	Температура	–	Контроль
9.	Аміачна холодильна башта, аміак	Температура	-40...-42 °С	Контроль, регулювання, регістрація
10.	Аміачна холодильна башта, аміак	Температура	–	Контроль, регулювання, регістрація
11.	Аміачна холодильна башта, аміак	Температура	–	Контроль, регулювання
12.	Трубопровід, аміак	Температура	–	Контроль, Регулювання, сигналізація
13.	Трубопровід, вода	Температура	55...60 °С	Контроль
14.	Трубопровід, аміак	Температура	–	Контроль, сигналізація
15.	Центрифуга	Швидкість	15 тис. обертів/хв	Контроль
16.	Трубопровід, вода	Витрата	55...60 °С	Контроль

1	2	3	4	5
17- 24.	Трубопровід	Тиск	0,1 – 0,5 МПа	Контроль, сигналізація

2.2. Розробка схеми автоматизації

Схема автоматизації включає в себе ряд контурів контролю і сигналізації.

До схеми автоматизації входять контури контролю та керування витрати, швидкості, температури.

В контурі 1 відбувається керування температури концентрату парафінізованої нафти в трубопроводі на вході в змішувальний резервуар, а також має бути оснащений технологічною сигналізацією та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (1-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (1-2).

В контурі 2 відбувається керування температури фракції бензину в трубопроводі на вході у змішувальний бак, а також має бути оснащений технологічною сигналізацією та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (2-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (2-2).

В контурі 3 відбувається керування витрати концентрату парафінізованої нафти в трубопроводі, а також має бути оснащений технологічною сигналізацією та включає: витратомір – діафрагма камерна (3-1); тензоперетворювач різниці тиску з квадратичною функцією перетворення (3-2); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (3-3); мікропроцесорний регулятор співвідношення (3-4); регулюючий електронний клапан (3-5).

В контурі 4 відбувається керування витрати води в трубопроводі на вході у змішувальний бак та включає: витратомір – діафрагма камерна (4-1); тензоперетворювач різниці тиску з квадратичною функцією перетворення (4-2);

автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (4-3); мікропроцесорний регулятор співвідношення (4-4) .

В контурі 5 відбувається керування температури охолодженого водою аміаку в трубопроводі та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (5-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (5-2); лампу електричну сигнальну червоного кольору (HL2); лампу електричну сигнальну зеленого кольору (HL1).

В контурі 6 відбувається керування температури аміаку в трубопроводі на вході в холодильну башту та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (6-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (6-2); мікропроцесорний регулятор співвідношення (6-3); регулюючий електронний клапан (6-4).

В контурі 7 відбувається керування витрати розчину масла у в трубопроводі та включає: аналізатор рідини кондуктометричний (7-1); автоматичний показувальний і реєструвальний, з вмонтованою сигналізацією, вторинний прилад (7-2).

В контурі 8 відбувається керування температури розчину аміаку в трубопроводі та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (8-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (8-2).

В контурі 9 відбувається керування температури аміаку в трубопроводі на вході в першу аміачну холодильну башту та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (9-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (9-2); мікропроцесорний регулятор співвідношення (9-3); регулюючий електронний клапан (9-4).

В контурі 10 відбувається керування температури аміаку в трубопроводі на вході в другу аміачну холодильну башту та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (10-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (10-2); мікропроцесорний регулятор співвідношення (10-3).

В контурі 11 відбувається керування температури охолодженого водою аміаку в трубопроводі на вхід в третю аміачну холодильну башту та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (11-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (11-2); мікропроцесорний регулятор співвідношення (11-3); регулюючий електронний клапан (11-4).

В контурі 12 відбувається керування температури води в трубопроводі на вхід зрівнювального баку та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (12-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (12-2).

В контурі 13 відбувається керування температури води в трубопроводі на вході центрифуги та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (13-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (13-2).

В контурі 14 відбувається керування температури аміаку в трубопроводі на вході в аміачний холодильник, а також має бути оснащений технологічною сигналізацією та включає: термоперетворювач типу ТСПУ (14-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (14-2); мікропроцесорний регулятор співвідношення (14-3); регулюючий електронний клапан (14-4).

В контурі 15 відбувається керування швидкості обертів ротора центрифуги та включає: аналізатор рідини кондуктометричний, реєструвальний (15-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (15-2) лампу електричну сигнальну червоного кольору (HL4); лампу електричну сигнальну зеленого кольору (HL3).

В контурі 16 відбувається керування температури води в трубопроводі на виході з теплообмінника та включає термоперетворювач типу ТСПУ (5-1); вторинний прилад автоматичний показувальний і реєструвальний з вмонтованою сигналізацією (5-2); лампу електричну сигнальну червоного кольору (HL6); лампу електричну сигнальну зеленого кольору (HL5).

Контури 17-24 – однотипні, призначені для контролю тиску в трубопроводах. Складаються з пневмоелектричного перетворювача ПЕП-11 (поз. 1) та технологічного мікропроцесорного індикатора ІТМ 11 (поз. 2).

2.3. Розробка технологічної схеми сигналізації та аварійного захисту

Розглянемо постановку задачі по сигналізації і аварійному захисту електродвигунів в схемі технологічного процесу виробництва депарафінації олів в розчині бензину, яку показано на рисунку 2.2.

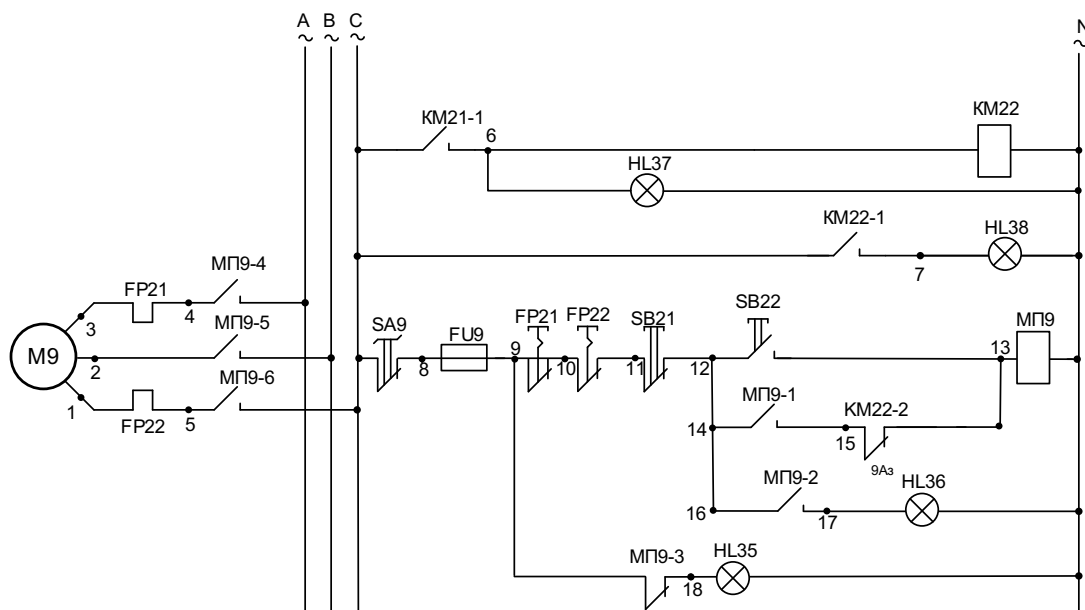


рисунок 2.2 – Принципова електрична схема управління і аварійного захисту двигуна

При натисканні кнопки включення електродвигуна повинен спрацювати магнітний пускач і замкнутися нормально розімкнутий контакт, який замикає ланцюг цього магнітного пускача. Замикаються також контакт сигналізації включення магнітного пускача і три контакти живлення електродвигуна. У той же час, розмикається нормально розімкнутий контакт сигналізації виключення магнітного пускача. Захист електродвигуна передбачає термічний захист, що дозволяє відключити двигун при перегріві, а також плавкий запобіжник.

Сигналізація спрацьовує при досягненні максимального чи мінімального значення контрольованого параметра. Замкнеться контакт в приладі КМ17-1 і утворюється замкнутий ланцюг живлення для електромагніту КМ18. Реле

КМ18 спрацьовує, внаслідок чого перемикаються його контакти. Контакт нормально замкнений розмикається і гасне зелена лампочка, а контакт нормально розімкнутий замикається і загорається червона лампочка. Реле спрацьовує і контакти перемикаються назад.

На принциповій електричній схемі креслення *ЛА32.12.ДП.00.002.СхЕ* показана схема технологічної сигналізації .

На цій схемі показано, що для вмикання і вимикання живлення електродвигунів використовуються магнітні пускачі – МП7, МП8, МП9.

Для захисту живлення електродвигунів від перевантаження та короткого замикання використовуються автоматичні вимикачі – FP17, FP18, FP19, FP20, FP21, FP22.

Для запобігання згорання магнітних пускачів в ланцюги струму підключаються плавкі запобіжники – FU7, FU8, FU9.

Для вимикання живлення встановлюються кнопки вимикання живлення електродвигунів – SB18, SB20, SB22.

Для вмикання живлення встановлюються кнопки вмикання живлення електродвигунів – SB17, SB19, SB21.

Для сигналізації увімкнутих електродвигунів встановлюються лампочки зеленого кольору – HL33, HL35, HL37.

Для сигналізації вимкнутих електродвигунів встановлюються лампочки червоного кольору – HL34, HL36, HL38.

2.4. Розробка схеми керування електродвигунами

Для дистанційного запуску електродвигуна насоса 8 використовується магнітний пускач МП8, який керується з щита керування кнопками SB15 - для увімкнення та SB16 - для вимкнення. Сигнальні лампи HL25, HL26, - є індикаторами увімкнення або вимкнення двигуна. SA1 - кнопка запобіжного відключення, яка знаходиться на двигуні.

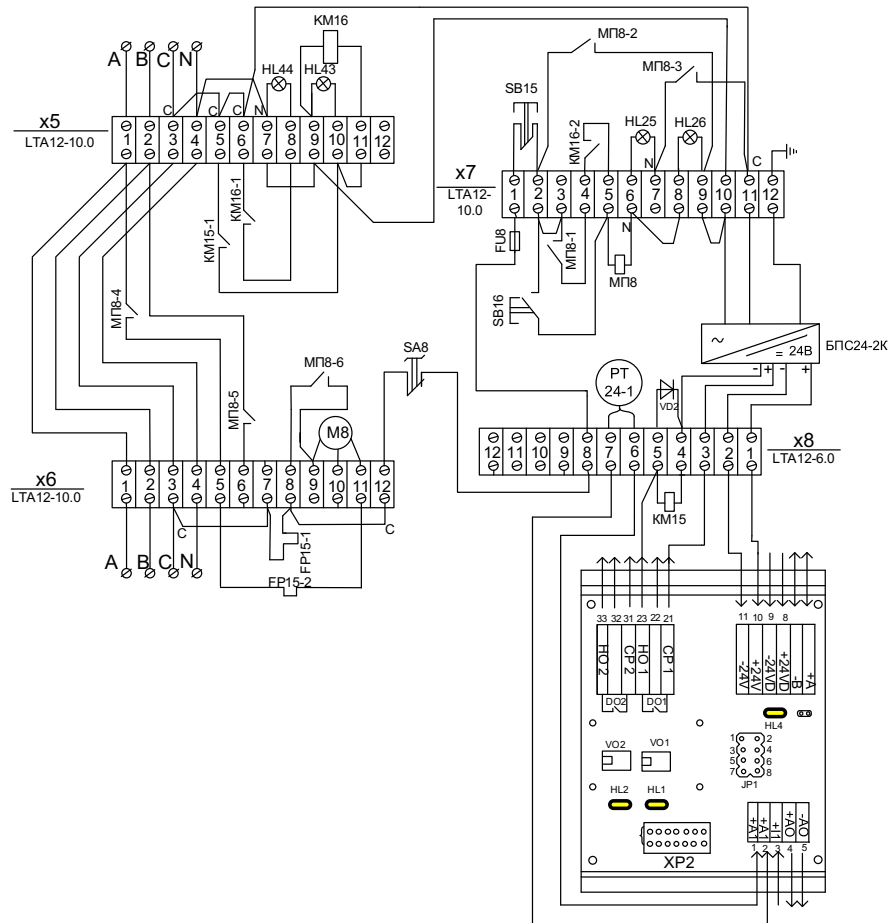


рисунок 2.3. – Схема комутації електродвигуна

Дистанційному керуванню підлягають:

- електропривод насоса M1 (SB1, SB2, SA1 на щиті);
- електропривод насоса M2 (SB3, SB4, SA2 на щиті);
- електропривод вентилятора M3 (SB5, SB6, SA3 на щиті);
- електропривод насоса M4 (SB7, SB8, SA4 на щиті);
- електропривод насоса M5 (SB9, SB10, SA5 на щиті);
- електропривод насоса M6 (SB11, SB12, SA6 на щиті);
- електропривод насоса M7 (SB13, SB14, SA7 на щиті);
- електропривод насоса M8 (SB15, SB16, SA8 на щиті);
- електропривод вентилятора M9 (SB17, SB18, SA9 на щиті).

3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АМІАЧНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

3.1. Математичний опис аміачного холодильника

Аміачний холодильник - це апарат в якому проходить охолодження оливи. Даний холодильник є типу «труба в трубі», який складається з трубного простору, в якому перебуває олива, і міжтрубного простору з аміаком, який протікає по зовнішній трубі, що охолоджує оливу. Розрахункову схему аміачного холодильника зображено на рисунку 3.1.

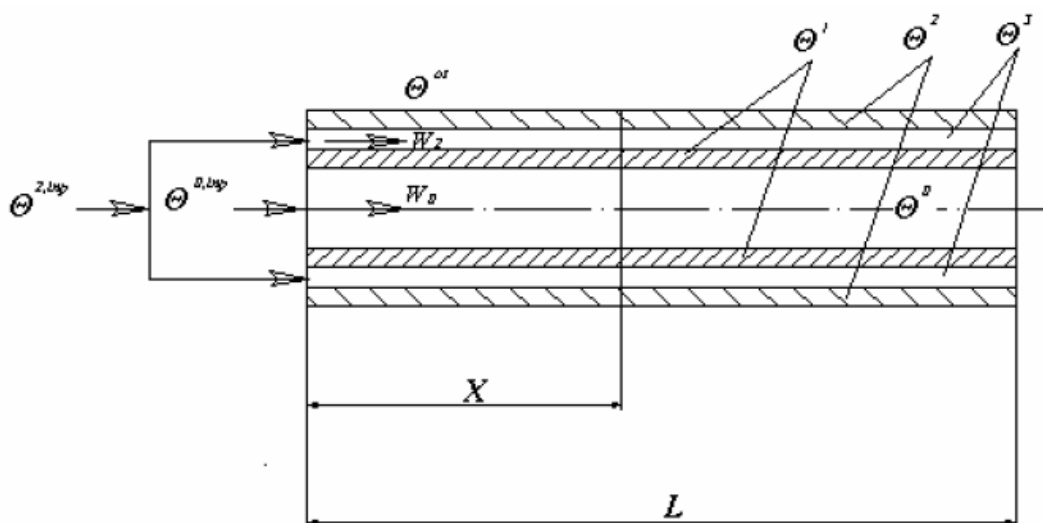


рис. 3.1 Розрахункова схема аміачного холодильника

Система диференційних рівнянь:

$$T_0 \frac{\partial \theta^0}{\partial t} + T_0 W_0 \frac{\partial \theta^0}{\partial x} + \theta^0 = \theta^1, \quad (3.1)$$

$$T_1 \frac{\partial \theta^1}{\partial t} + \theta^1 = b_1 \theta^0 + b_2 \theta^2, \quad (3.2)$$

$$T_2 \frac{\partial \theta^2}{\partial t} + T_2 W_2 \frac{\partial \theta^2}{\partial x} + \theta^2 = b_3 \theta^1 + b_4 \theta^3, \quad (3.3)$$

$$T_3 \frac{\partial \theta^3}{\partial t} + \theta^3 = b_5 \theta^2 + b_6 \theta^{os}, \quad (3.4)$$

Граничні умови:

$$\theta^0|_{x=0} = \theta^{0,inp}, \quad (3.5)$$

$$\theta^2|_{x=0} = \theta^{2,inp}, \quad (3.6)$$

Виконаємо над рівняннями (3.1) – (3.4) перетворення Лапласа відносно t за нульових початкових умов.

$$T_0 W_0 \frac{d\bar{\theta}^0}{dx} + (T_0 p + 1)\bar{\theta}^0 = \bar{\theta}^1, \quad (3.7)$$

$$(T_1 p + 1)\bar{\theta}^1 = b_1 \bar{\theta}^0 + b_2 \bar{\theta}^2, \quad (3.8)$$

$$T_2 W_2 \frac{d\bar{\theta}^2}{dx} + (T_2 p + 1)\bar{\theta}^2 = b_3 \bar{\theta}^1 + b_4 \bar{\theta}^3, \quad (3.9)$$

$$(T_3 p + 1)\bar{\theta}^3 = b_5 \bar{\theta}^2 + b_6 \bar{\theta}^{os}, \quad (3.10)$$

$$\bar{\theta}^0|_{x=0} = \bar{\theta}^{0,inp}, \quad (3.11)$$

$$\bar{\theta}^2|_{x=0} = \bar{\theta}^{2,inp}, \quad (3.12)$$

Визначимо $\bar{\theta}^1$ з рівняння (3.8)

$$\bar{\theta}^1 = \frac{b_1}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^0 + \frac{b_2}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^2, \quad (3.13)$$

а $\bar{\theta}^3$ з рівняння (3.10)

$$\bar{\theta}^3 = \frac{b_5}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^2 + \frac{b_6}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^{os}, \quad (3.14)$$

Тепер підставимо рівняння (3.13) в (3.9) й (3.7)

$$T_0 W_0 \frac{d\bar{\theta}^0}{dx} + (T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1})\bar{\theta}^0 = \frac{b_2}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^2, \quad (3.15)$$

$$T_2 W_2 \frac{d\bar{\theta}^2}{dx} + \left(T_2 p + 1 - \frac{b_3 b_2}{T_1 p + 1} - \frac{b_4 b_5}{T_3 p + 1}\right) \bar{\theta}^2 = \frac{b_3 b_1}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^0 + \frac{b_4 b_6}{T_3 p + 1} \bar{\theta}^{os}, \quad (3.16)$$

Тепер можна знайти $\bar{\theta}^2$ з (3.15)

$$\bar{\theta}^2 = \frac{T_1 p + 1}{b_2} \left[T_0 W_0 \frac{d\bar{\theta}^0}{dx} + (T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1})\bar{\theta}^0 \right] \quad (3.17)$$

І підставивши в (3.9)

$$T_2 W_2 \frac{T_1 p + 1}{b_2} \left[T_0 W_0 + (T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1}) \frac{d\bar{\theta}^0}{dx} \right] + \frac{T_1 p + 1}{b_2} \left(T_2 p + 1 - \frac{b_3 b_2}{T_1 p + 1} - \frac{b_4 b_5}{T_3 p + 1} \right) x \left[T_0 W_0 \frac{d\bar{\theta}^0}{dx} + (T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1})\bar{\theta}^0 \right] = \frac{b_2 b_3}{T_1 p + 1} \bar{\theta}^0 + \frac{b_4 b_6}{T_3 p + 1} \bar{\theta}^{os}, \quad (3.18)$$

Вводимо позначення:

$$a_2(p) = T_0 W_0 T_2 W_2 \frac{T_1 p + 1}{b_2}, \quad (3.19)$$

$$a_1(p) = T_0 W_0 \left(T_2 p + 1 - \frac{b_3 b_2}{T_1 p + 1} - \frac{b_4 b_5}{T_3 p + 1} \right) + T_2 W_2 \left(T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1} \right) \frac{T_1 p + 1}{b_2},$$

$$a_0(p) = \frac{T_1 p + 1}{b_2} \left(T_2 p + 1 - \frac{b_3 b_2}{T_1 p + 1} - \frac{b_4 b_5}{T_3 p + 1} \right) \left(T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1} \right) - \frac{b_3 b_1}{T_1 p + 1},$$

$$b_{os}(p) = \frac{b_4 b_6}{T_3 p + 1}.$$

Тоді (3.18) можна буде записати так:

$$a_2(p) \frac{d^2 \bar{\theta}^0}{dx^2} + a_1(p) \frac{d \bar{\theta}^0}{dx} + a_0(p) \bar{\theta}^0 = b_{os}(p) \bar{\theta}^{os}. \quad (3.20)$$

Рішення (3.20)

$$\bar{\theta}^0 = \bar{\theta}^0_{вн} + \bar{\theta}^0_{св}. \quad (3.21)$$

Очевидно, що

$$\bar{\theta}^0_{вн} = \frac{b_{os}(p)}{a_0(p)} \bar{\theta}^{os}. \quad (3.22)$$

Щоб записати вираз для $\bar{\theta}^0_{св}$ потрібно спочатку сформулювати характеристичне рівняння для (3.20). Це буде виглядати так

$$a_2(p)r^2 + a_1(p)r + a_0(p) = 0 \quad (3.23)$$

Його корені

$$r_{1,2}(p) = \frac{-a_1(p) \pm \sqrt{a_1^2(p) - 4a_2(p)a_0(p)}}{2a_2(p)}. \quad (3.24)$$

Повне рішення (3.21)

$$\bar{\theta}^0 = \frac{B_{os}(p)}{a_0(p)} \bar{\theta}^{os} + c_1(p)e^{r_1 x} + c_2(p)e^{r_2 x}. \quad (3.25)$$

Щоб визначити постійні інтегрування $c_1(p)$ та $c_2(p)$ скористаємося граничними умовами (3.11) та (3.12).

$$\begin{cases} \bar{\theta}^{0,inp} = \frac{b_{os}(p)}{a_0(p)} \bar{\theta}^{os} + c_1(p) + c_2(p), \\ \bar{\theta}^{2,inp} = \frac{T_1 p + 1}{b_2}. \end{cases} \quad (3.26)$$

$$\begin{cases} \bar{\theta}^{2,inp} = \frac{T_1 p + 1}{b_2}, \\ T_0 W_0 [c_1(p)r_1(p) + c_2(p)r_2(p)] + \\ \left(T_0 p + 1 - \frac{b_1}{T_1 p + 1} \right) \left[\frac{B_{os}(p)}{a_0(p)} \bar{\theta}^{os} c_1(p) + c_2(p) \right]. \end{cases} \quad (3.27)$$

Дану математичну модель було використано для розрахунку в програмному забезпеченні Ansys.

3.2. Розрахунок моделі в ANSYS

Програмне забезпечення ANSYS пропонує широкий спектр програмних продуктів для вирішення інженерних задач з використанням технологій

чисельного моделювання. Головними перевагами програмних продуктів ANSYS є високий ступінь інтеграції окремих додатків, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і підтримка високопродуктивних обчислень.

Програмні продукти ANSYS можуть бути класифіковані на основі фізичних дисциплін і інженерних додатків, на які вони орієнтовані:

- обчислювальна гідродинаміка;
- механіка деформованого твердого тіла;
- електромагнетизм;
- тепловий аналіз;
- багатодисциплінарний аналіз.

Крім того, до складу програмних продуктів ANSYS входять спеціалізовані додатки для підготовки розрахункових моделей, роботи з геометрією і KE-сіткою, моделювання на системному рівні, оптимізації та управління інженерними даними. З аналізу конструкції холодильників для реалізації моделювання було вибрано холодильник з такими розмірами, який зображено на рисунку 3.2.

- 1) довжина холодильника становить 4м;
- 2) діаметр внутрішньої труби, в яку входить олива становить 0.15м;
- 3) діаметр труби, в яку входить хладагент аміак становить 0.35м;
- 4) діаметр труби, з якої виходить олива становить 0.35м

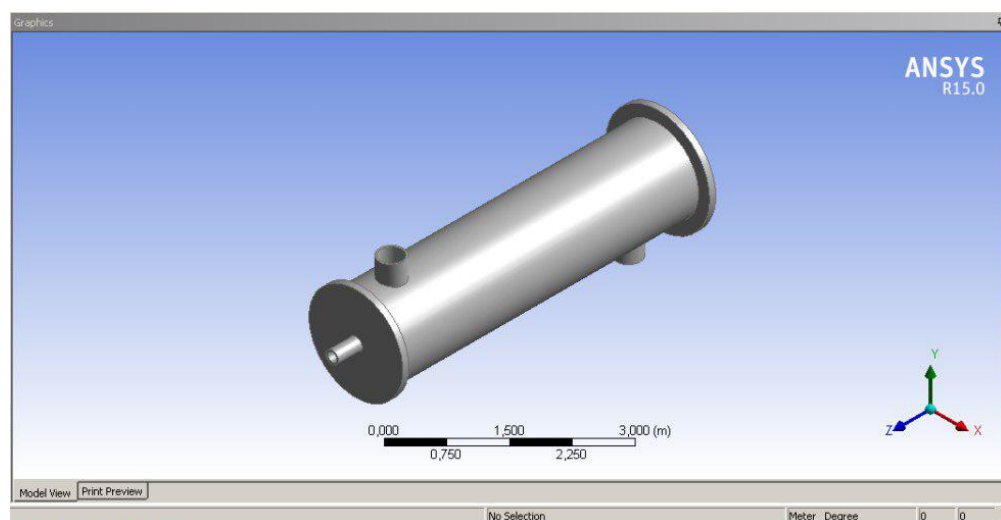


рис. 3.2. Схема аміачного холодильника в Ansys

На рисунку 3.2. зображено апарат в розрізі, де чітко видно що він має 2 труби(2 входи та 2 виходи). В першу трубу входить олива, в другу аміак, який охолоджує цю оливу. Аналогічно через ці труби виходить олива й відповідно аміак.

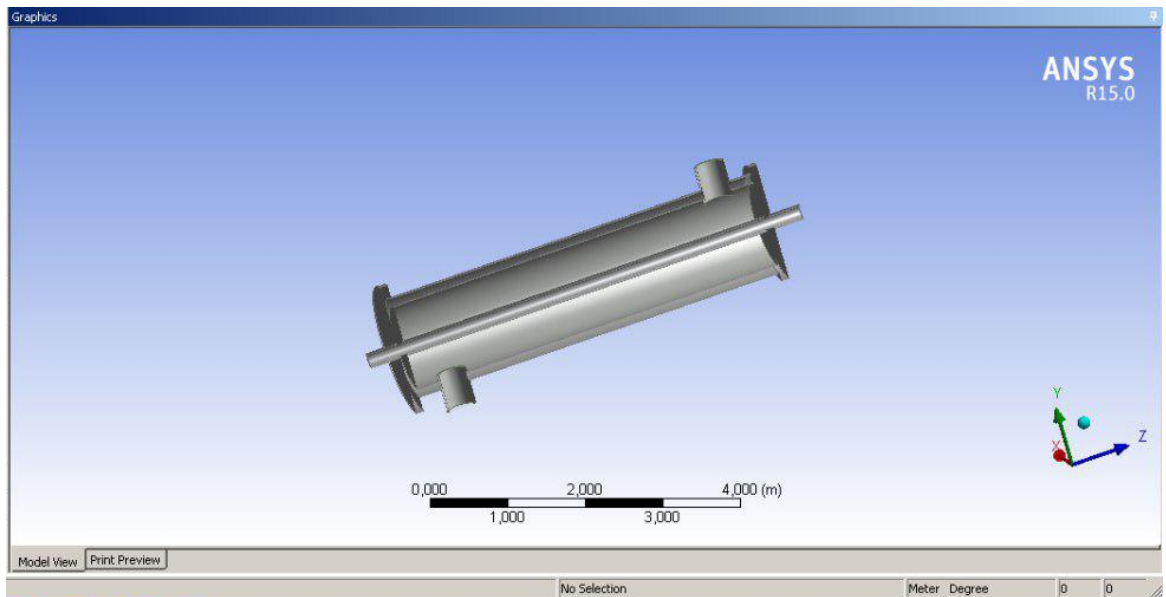


рис. 3.3. Схема аміачного холодильника в розрізі.

На рисунку 3.4. наведено розподілення тиску по апарату, з якого ми чітко бачимо значення тиску від найменшого до найбільшого. Найбільше значення становить 33 Па, яке зображено червоним кольором та знаходиться під дією вхідної труби, де тече аміак, який вдаряється в внутрішню трубу, де тече олива. Найменше значення становить -11 Па зображено синім кольором й знаходиться на виході зовнішньої труби, де витікає аміак.

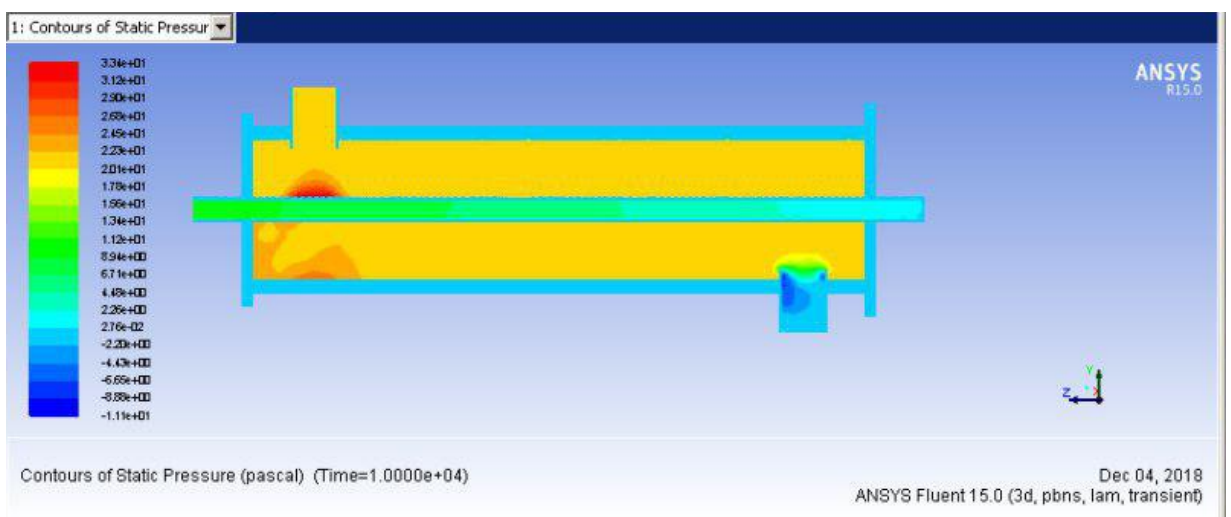


рис 3.4 Схема розподілення тиску по апарату.

На рисунку 3.5. зображено швидкість потоку рідини по апарату, де найбільша

швидкість показана червоним кольором та знаходиться у внутрішній трубі по якій тече олива. А найменша швидкість потоку показана на верхній та нижній стінці зовнішньої труби, де тече аміак.

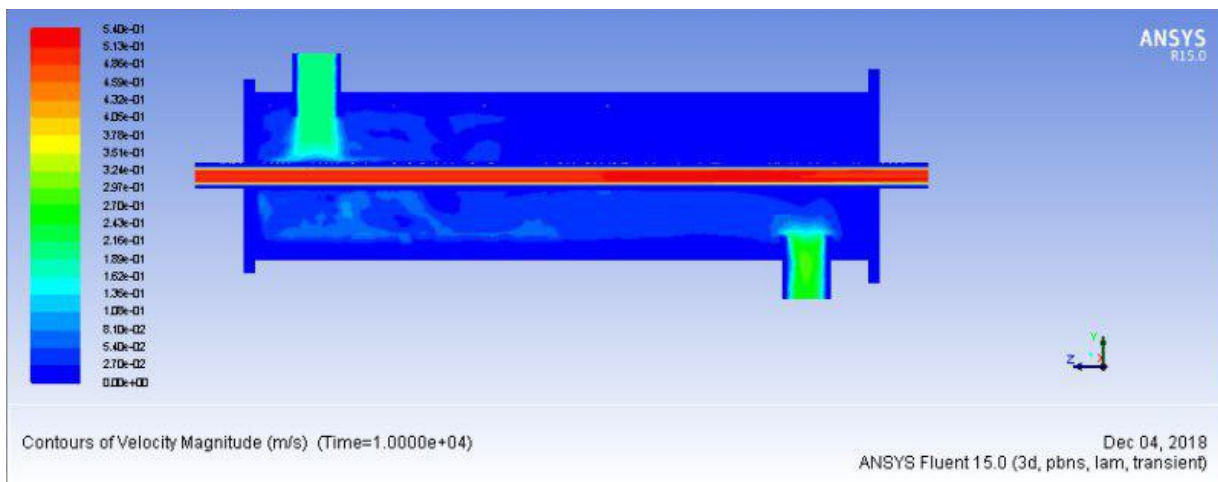


рис. 3.5. Схема швидкостей потоків рідини по апарату.

На рисунку 3.6 зображено розподілення температур в апараті.

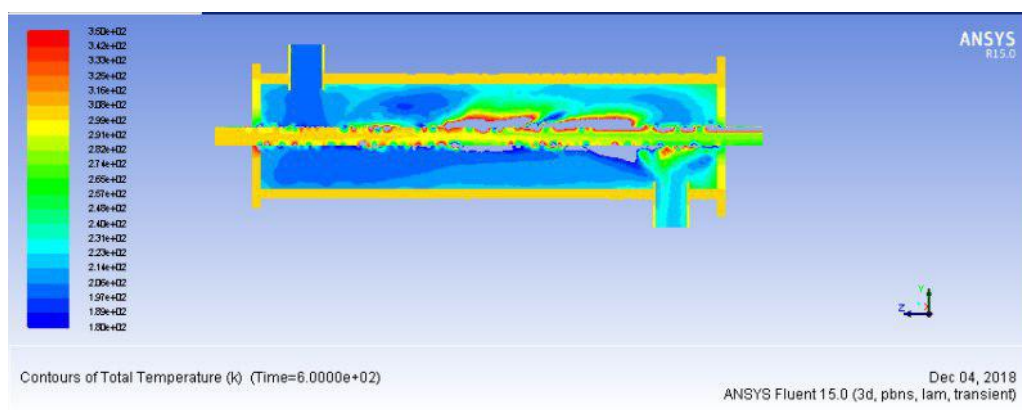


рис.3.6. Схема розподілення температур в апараті.

Після чого за отримуваними даними маємо графік зміни температури оливи у часі. З якого можна побачити значення температури оливи при зміні витрати аміаку й оливи та зміни температури аміаку.

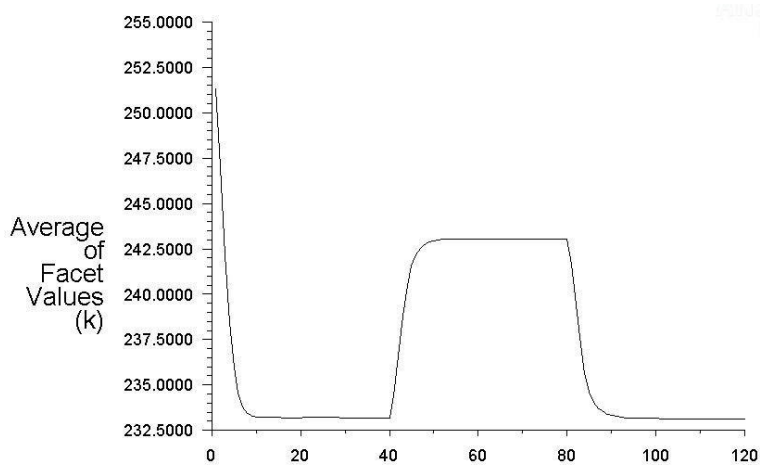


рис. 3.7. Графік зміни температури оливи у часі.

Після чого ми отримали таблицю результатів з розрахунками.

Табл.3.1. Результати розрахунків

$t(\text{сек})$	$T_{\text{ол}}(^{\circ}\text{C})$	$F_{\text{ам}}\left(\frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}}\right)$	$T_{\text{ам}}(^{\circ}\text{C})$	$F_{\text{ол}}\left(\frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}}\right)$
20	-20	69	-40	31
40	-21	69	-40	31
60	-22	69	-40	31
80	-23	69	-40	31
100	-24	69	-40	31
120	-25	69	-40	31
140	-26	69	-40	31
...

3.3. Ідентифікація об'єкта керування

Для ідентифікації об'єкта керування скористаємося пакетом Identification Toolbox в програмі MATLAB. Даний пакет Identification Toolbox дозволяє користувачеві створювати моделі по вимірним вхідним і вихідним даним.

Основні властивості пакета наступні:

1. простий і гнучкий інтерфейс;

2. попередня обробка даних, включаючи фільтрацію, видалення трендів і зсувів;
3. вибір діапазону даних для аналізу;
4. ефективні методи авторегресії;
5. можливості аналізу відгуку систем у часовій і частотній областях;
6. відображення нулів і полюсів передаточної функції системи;
7. аналіз нев'язань при тестуванні моделі.

Ключовими особливостями є можливість ідентифікації передавальних функцій, моделей процесів та моделей.

Для каналу витрата аміаку – температура оливи $F_{ам} \rightarrow T_{ол}$, знаходимо передатну функцію, де ми змінюємо витрату аміаку до $69.27 \frac{м^3}{год}$ та отримуємо графік та передатну функцію.

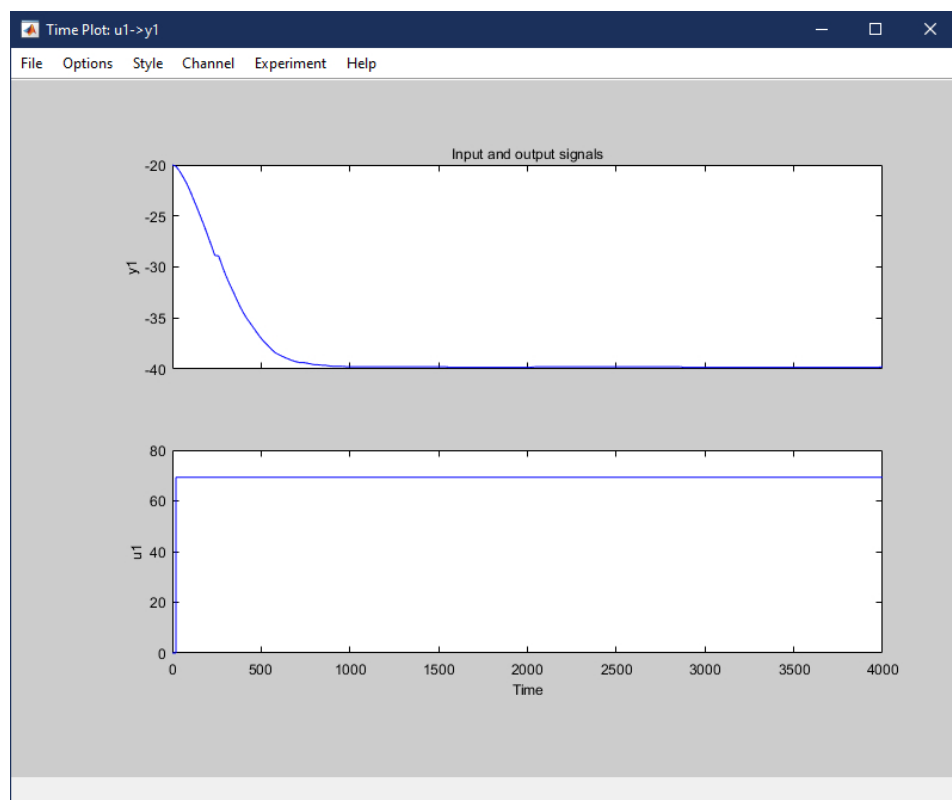


рис. 3.8. Графік залежності зміни витрати аміаку при зміні температури оливи.

Для каналу $T_{ам} \rightarrow T_{ол}$ збільшили температуру аміаку від $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ до $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ та отримали в результаті графік та передатну функцію.

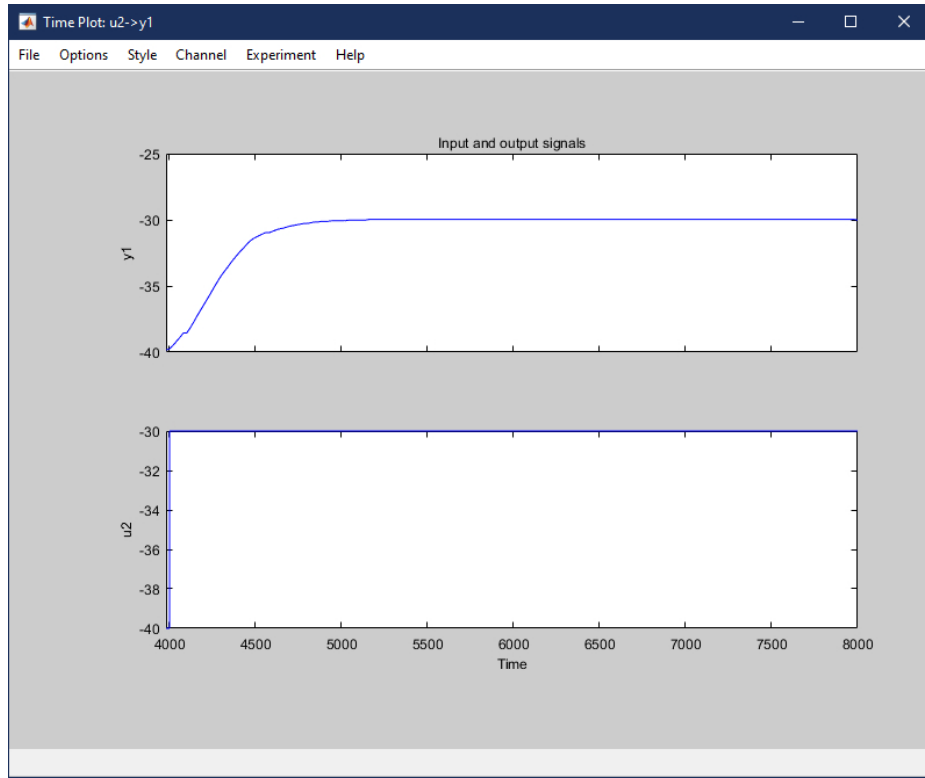


рис. 3.9. Графік залежності зміни температури аміаку при зміні температури ОЛИВИ .

Для каналу $F_{ол} \rightarrow T_{ол}$ ми зменшили витрату оливи вдвічі після чого отримали графік та передатну функцію.

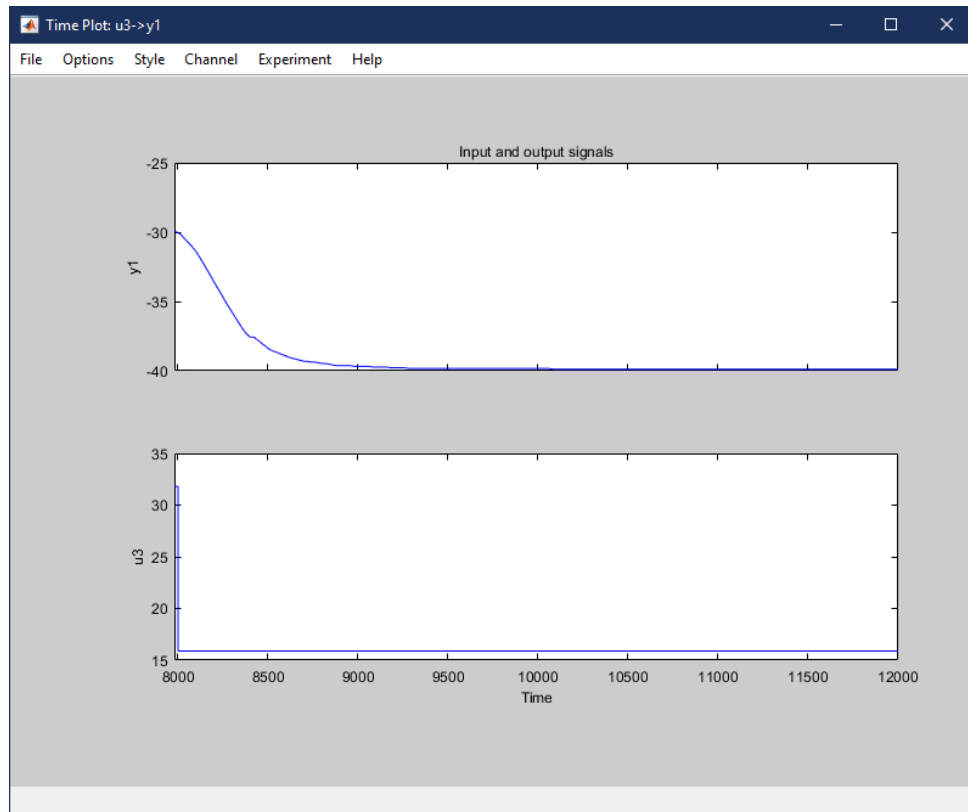


рис. 3.10. Графік залежності зміни витрати оливи при зміні температури оливи.

Після чого було побудовано графіки систем з експериментальних даних (рисунок 3.11.)

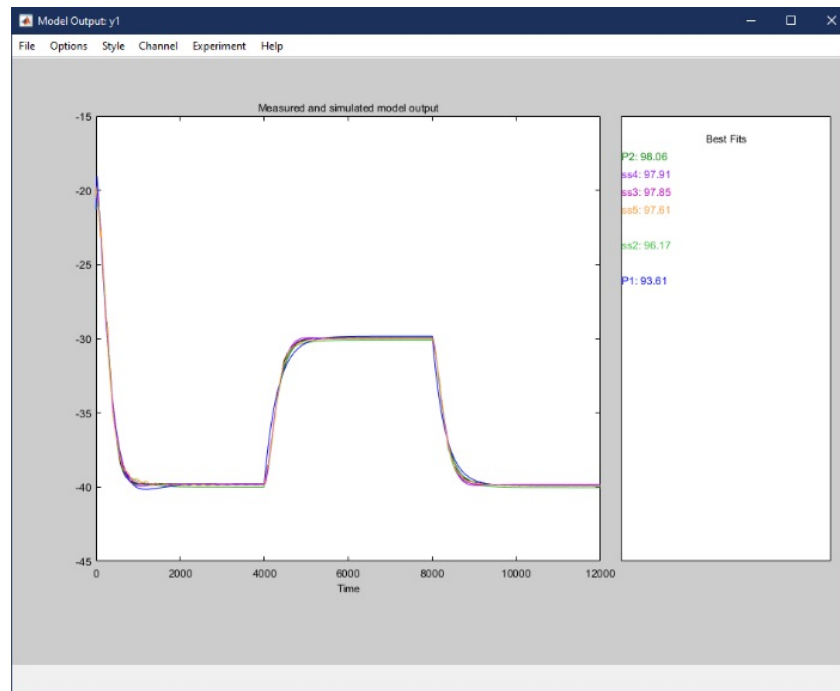


рис 3.11. Графік систем з експериментальних даних.

В результаті чого провів ідентифікацію об'єкта різними структурами моделей та визначив найкращу по міркам точності. Як бачимо з рисунку 3.11 це є аперіодична ланка другого порядку (зображено зеленим кольором).

Після чого отримав передатні функції по 3 каналам

$$W_1(p) = \frac{-0.29143}{1709.026s^2 + 237.75s + 1}$$

$$W_2(p) = \frac{0.1974}{25819.324s^2 + 322.55s + 1}$$

$$W_3(p) = \frac{0.62415}{19404.562s^2 + 312.302s + 1}$$

Також побудовано графіки реакцій системи на одноступінчастий сигнал, який зображено на рисунку 3.12.. 3.14.

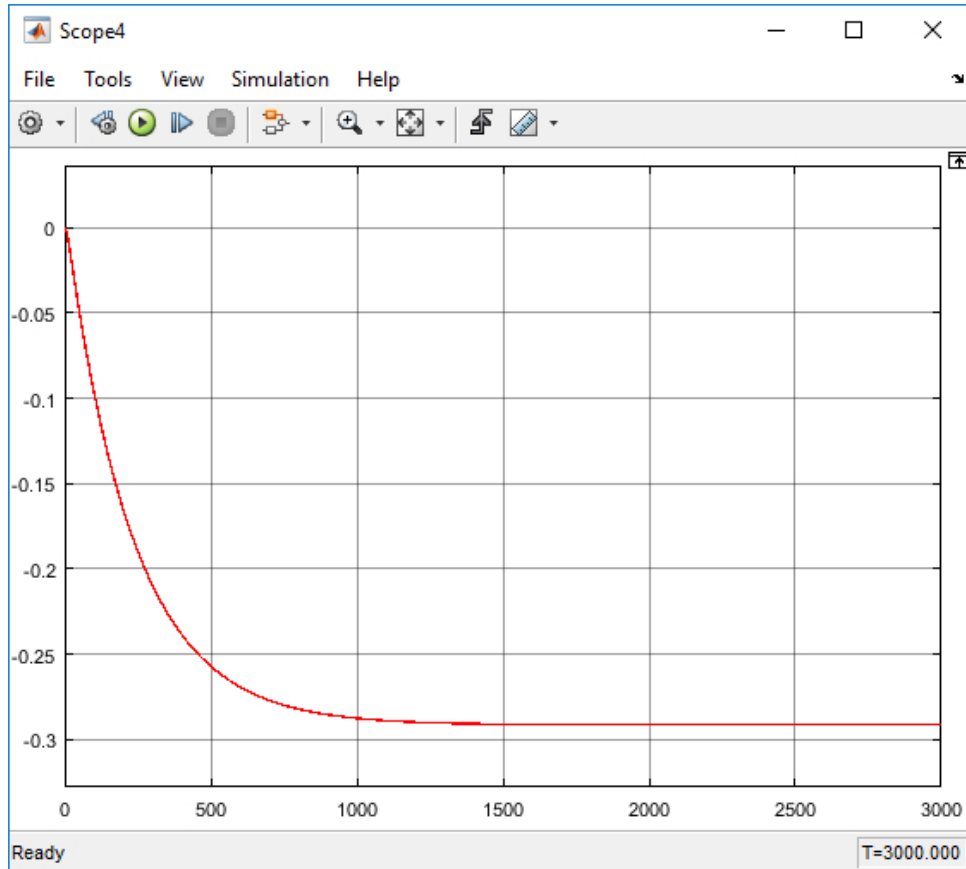


рис. 3.12. Реакція системи по каналу витрата аміаку – температура оливи.

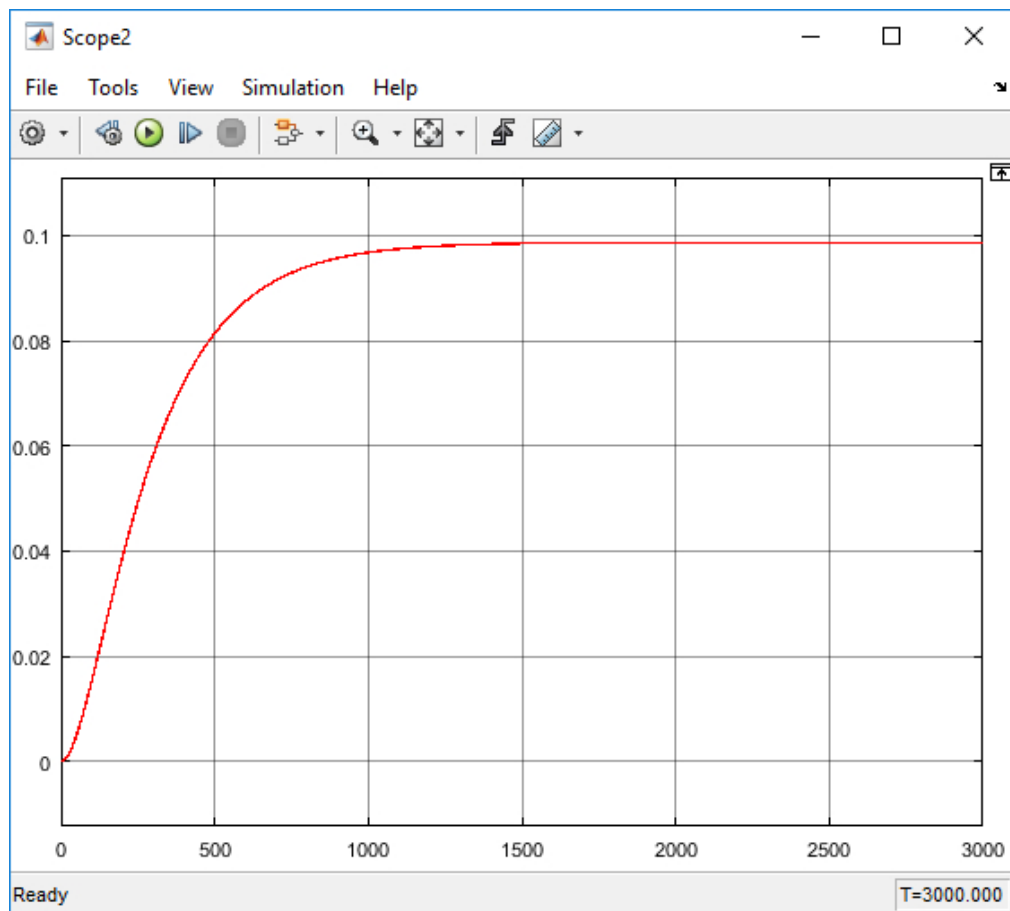


рис. 3.13. Реакція системи по каналу температура аміаку – температура оливи.

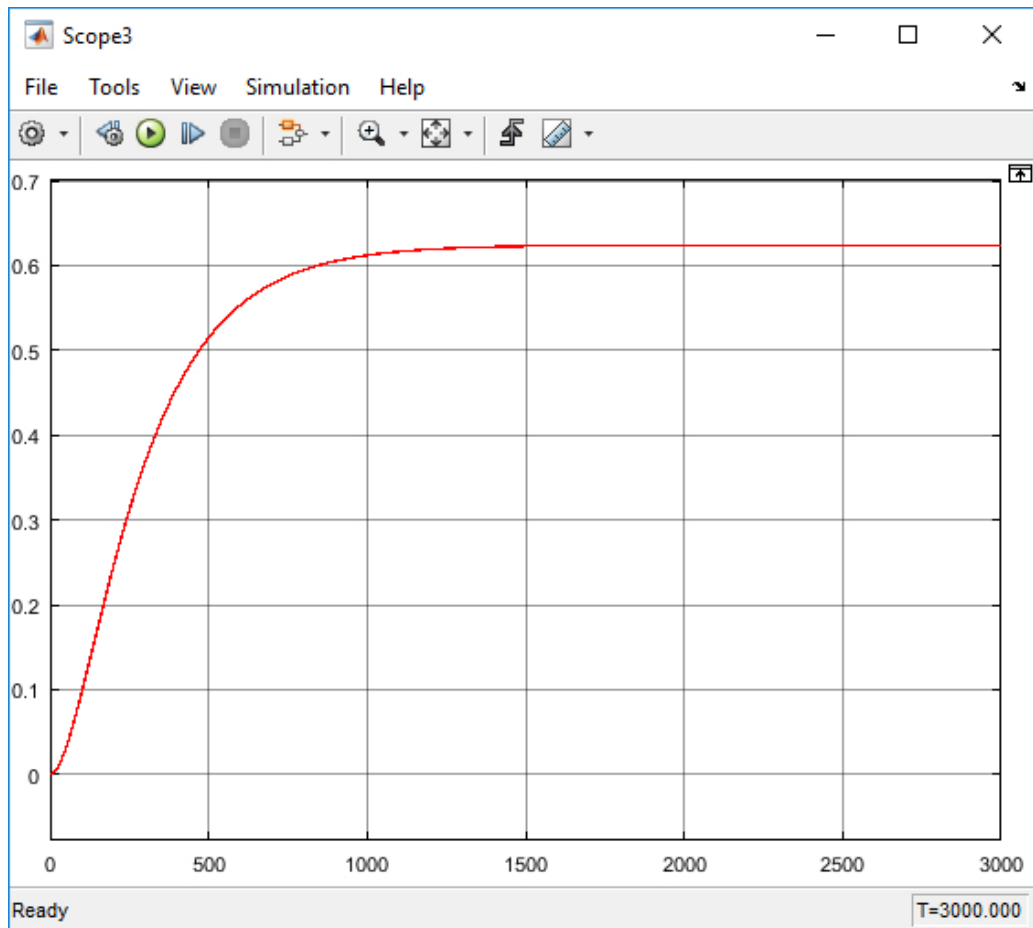


рис. 3.14. Реакція системи по каналу витрата аміаку – температура оливи

4. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АМІАЧНИМ ХОЛОДИЛЬНИКОМ

4.1. Розрахунок системи з ПІД-регулятором

Систему керування включає в себе передатні функції по каналам, ланки транспортного запізнення, вбудовані блоки з ПІД-регуляторів. Систему зображено на рисунку 4.1.

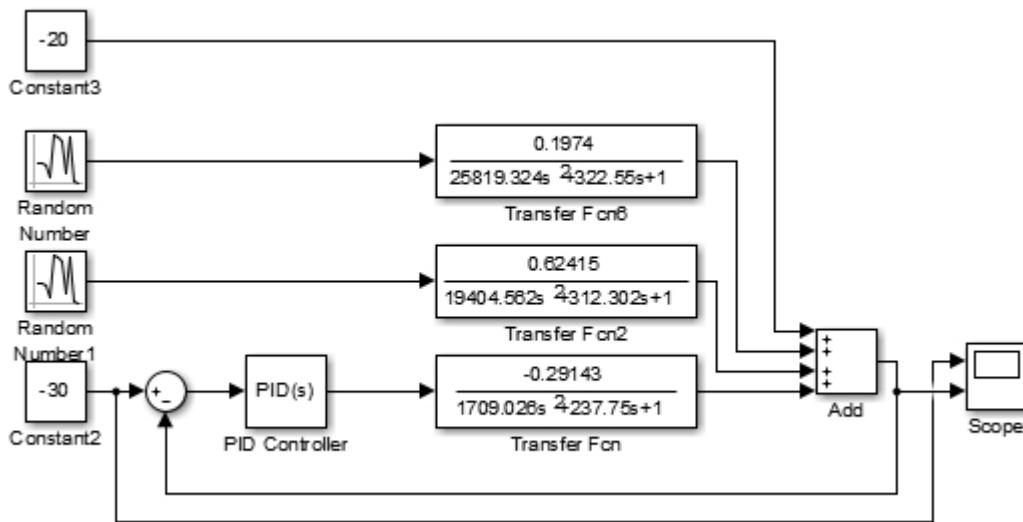


рис. 4.1.Схема АСР з ПІД-регулятором в Simulink

Налаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора відбувається вбудованими засобами *Matlab*, а саме завдяки *PID Tuning Toolbox*. Даний інструмент автоматично підбирає коефіцієнти обраного типу регулятора, будує перехідну характеристику та показує критерії якості, яку зображено на рисунку 4.2.

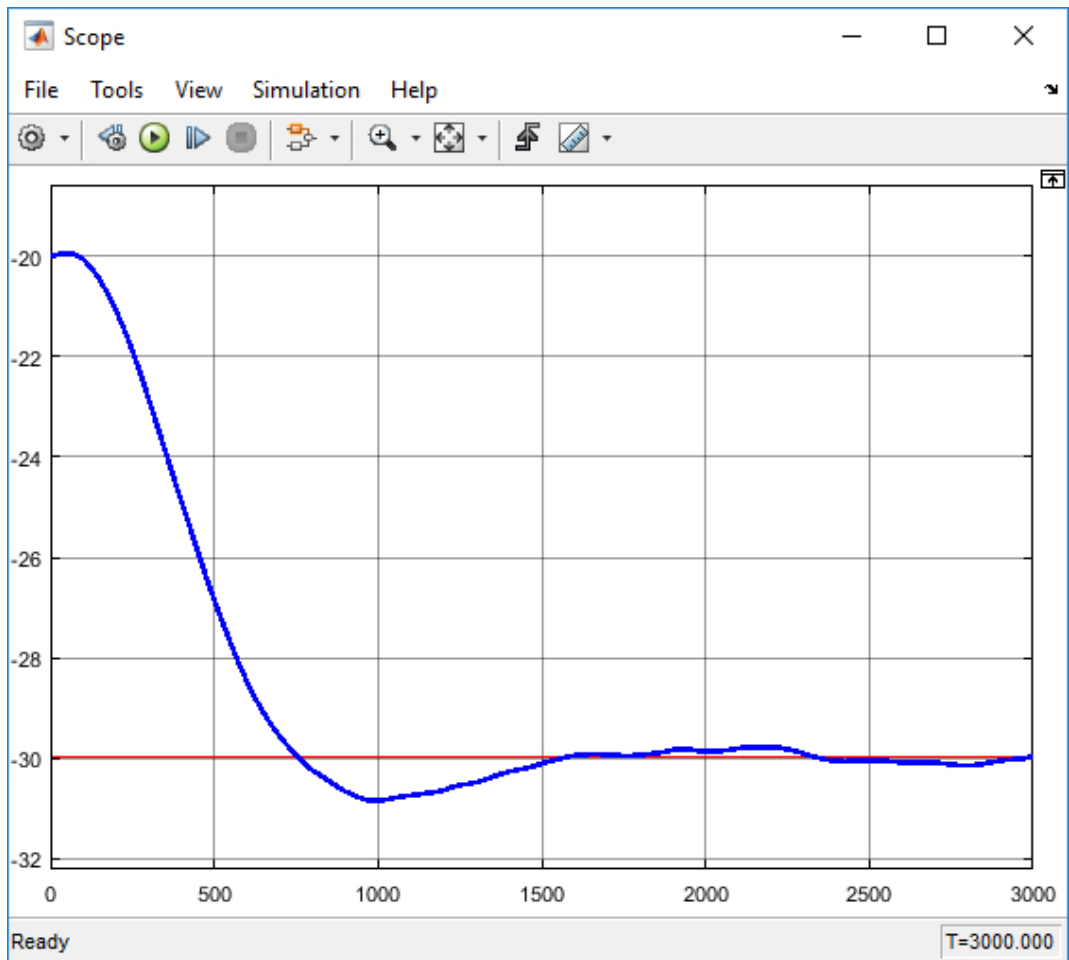


рис. 4.2. Перехідна характеристика системи з ПІД-регулятором.

4.2. Розрахунок та дослідження системи керування в аміачному холодильнику з нечітким регулятором.

Процес регулювання багато в чому залежить від дій оператора-технолога та від його професійних навичок і досвіду. Тому для вирішення завдання реалізації автоматичного регулювання в аміачному холодильнику був обраний апарат нечіткої логіки, адже він ґрунтується на правилах, які в свою чергу проектуються на підставі експертних оцінок.

В Редакторі системи (Fuzzy Inference System Editor) обираємо тип системи – *mamdani*, задаємо вхід витрата аміаку на, та вихід температура оливи.

Далі відбувається етап фазифікації вхідних та вихідних лінгвістичних змінних. Результат наведений на рис. 4.1.

Для застосування методів нечіткої логіки насамперед необхідно перетворити звичайні чіткі змінні в нечіткі. Він ілюструється на рисунках 4.2...4.3. Діапазон зміни величини розбивається на підмножини, в межах кожного з яких будується функція приналежності змінної кожному з множин.

У вікні Редактора функцій належності (Membership Function Editor) для кожної терми формуємо функції належності. Було сформовано 3 терми для вхідних нечітких змінних та 3 термів для вихідної нечіткої змінної.

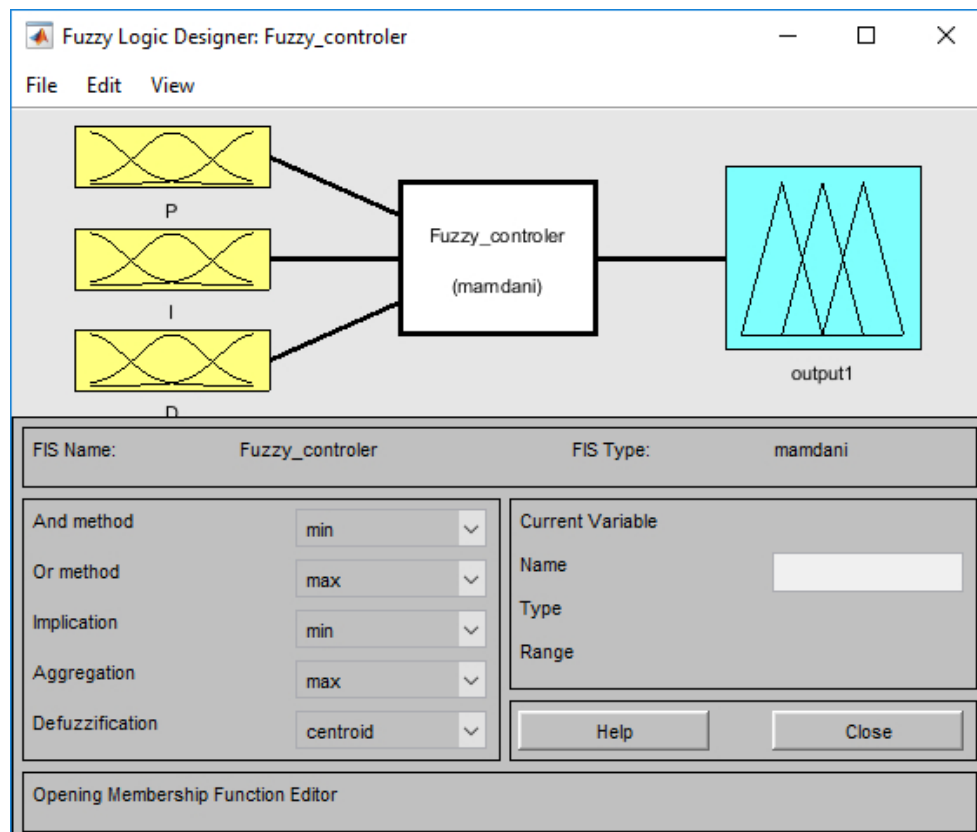


рис. 4.3. Створення нечіткого регулятора в пакеті Fuzzi Logic Toolbox
Функції належності для кожної лінгвістичної змінної наведені на рисунках
нижче.

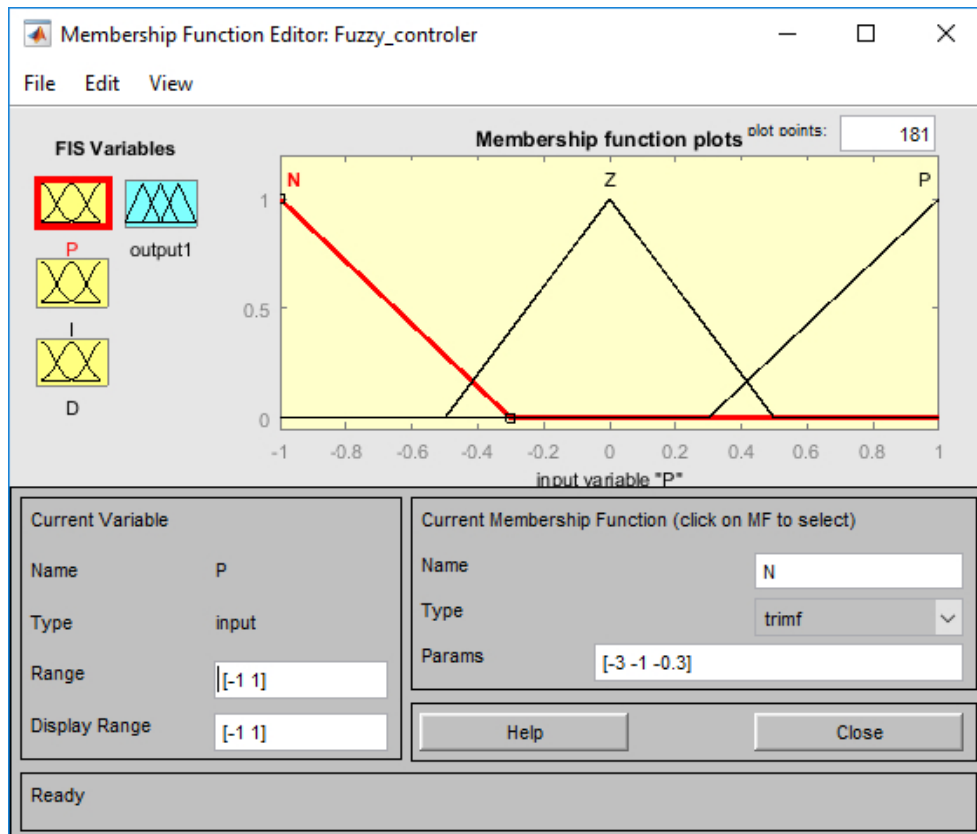


рис. 4.4. Графік функцій належності змінної – витрата аміаку

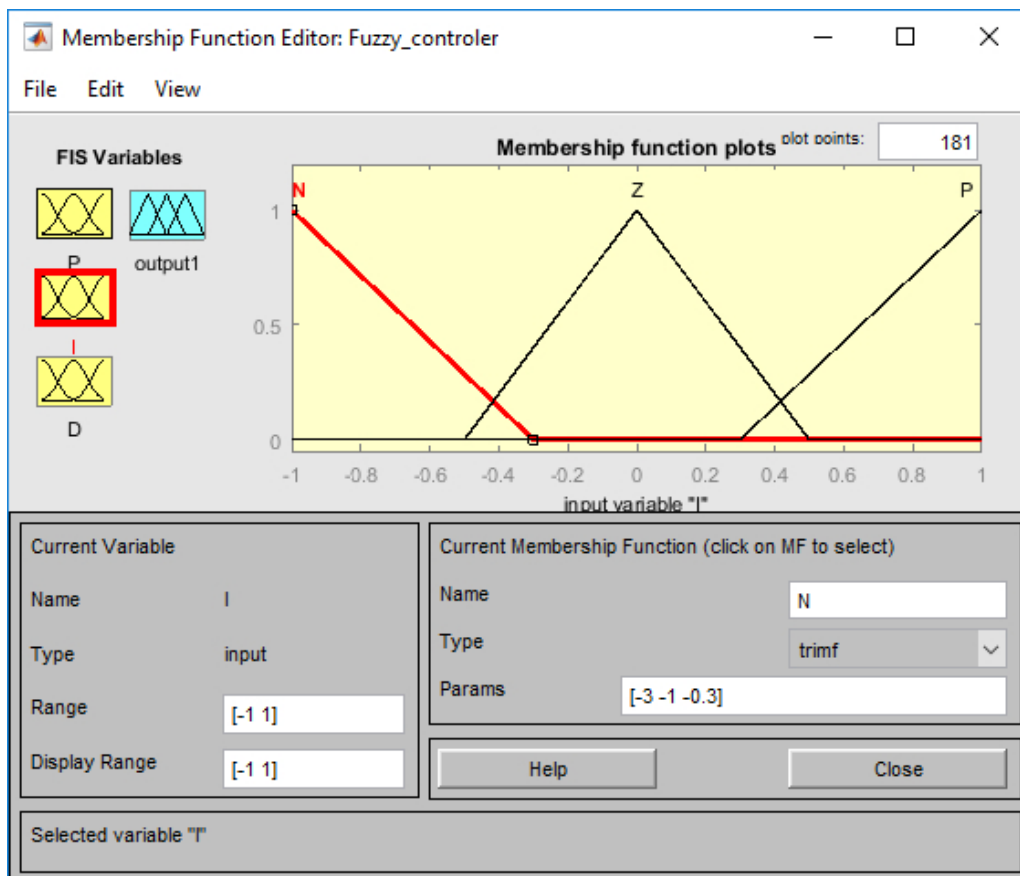


рис. 4.5. Графік функцій належності змінної – температура оливи

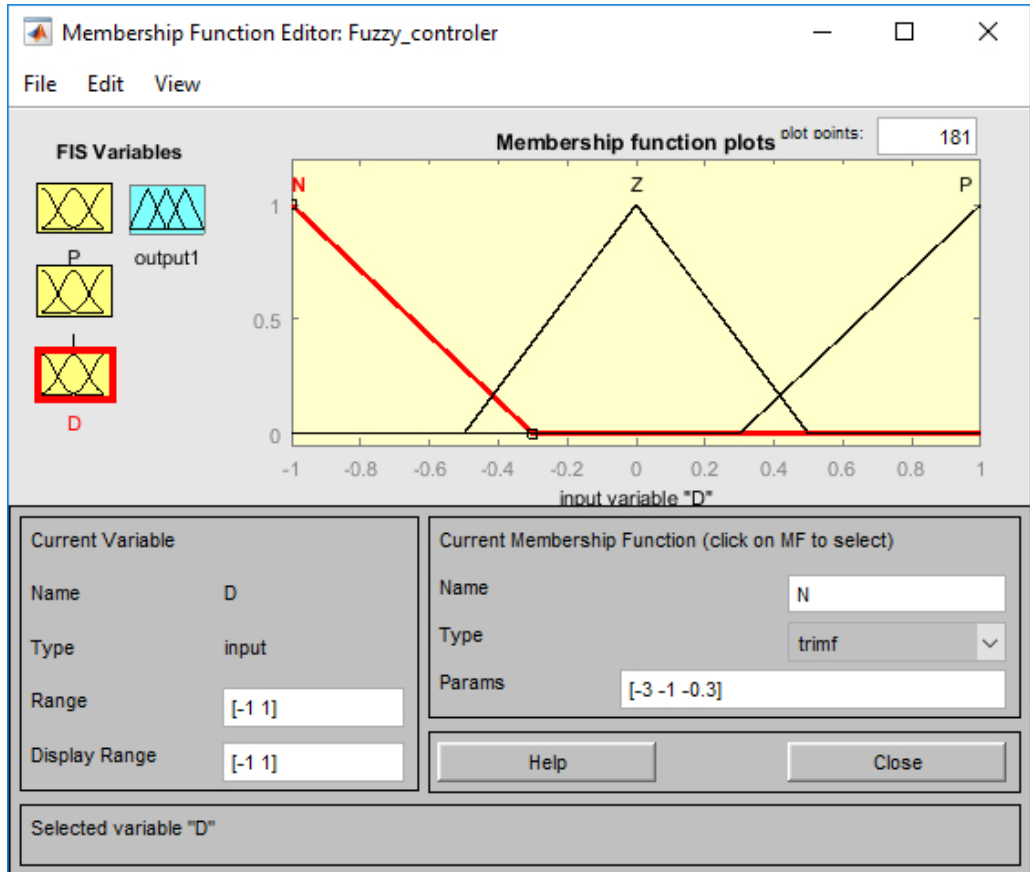


рис. 4.6. Графік функцій належності змінної – витрата оливи

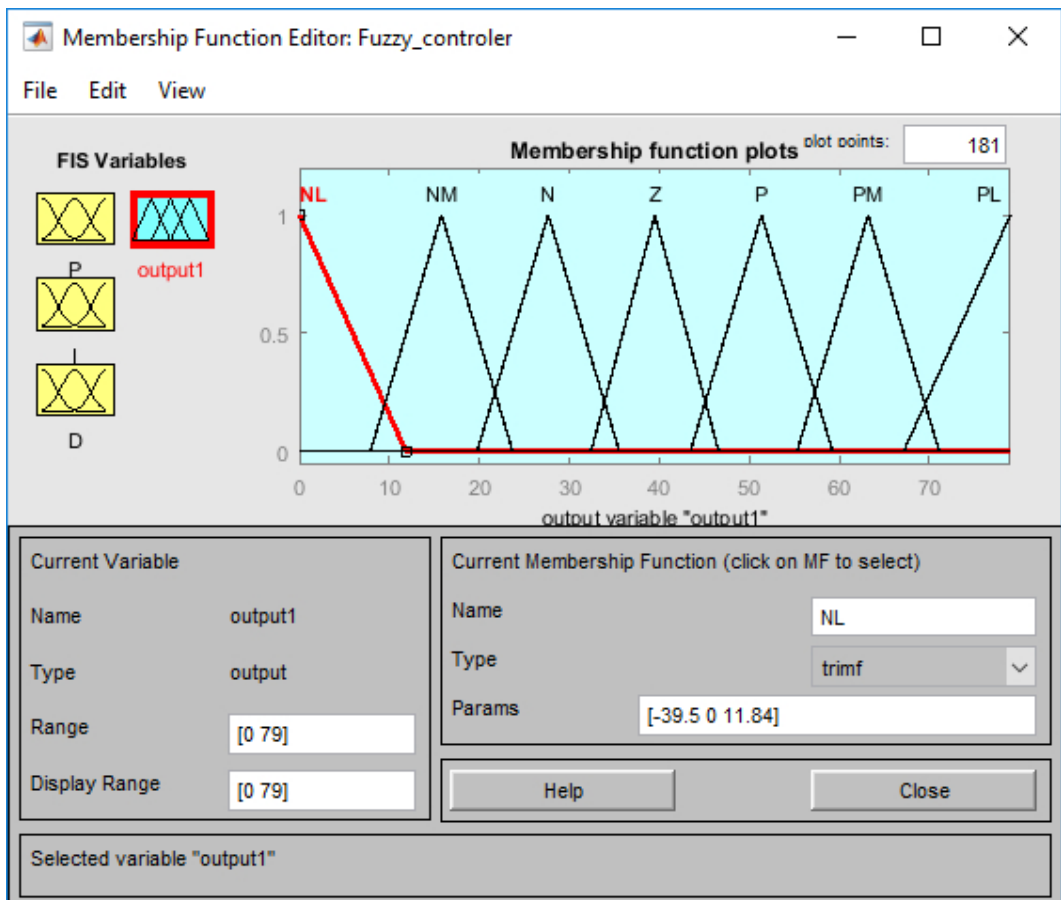


рис. 4.7. Графік функцій належності змінної – температура оливи

Для створення нечіткої моделі управління аміачного холодильника необхідно створити нечіткі правила, на підставі яких температура автоматично буде підтримуватися в оптимальному інтервалі. Формування бази правил нечіткого регулятора відбувається у вікні Edit Rules.

Розроблені правила заносяться через редактор правил (рис. 4.6).

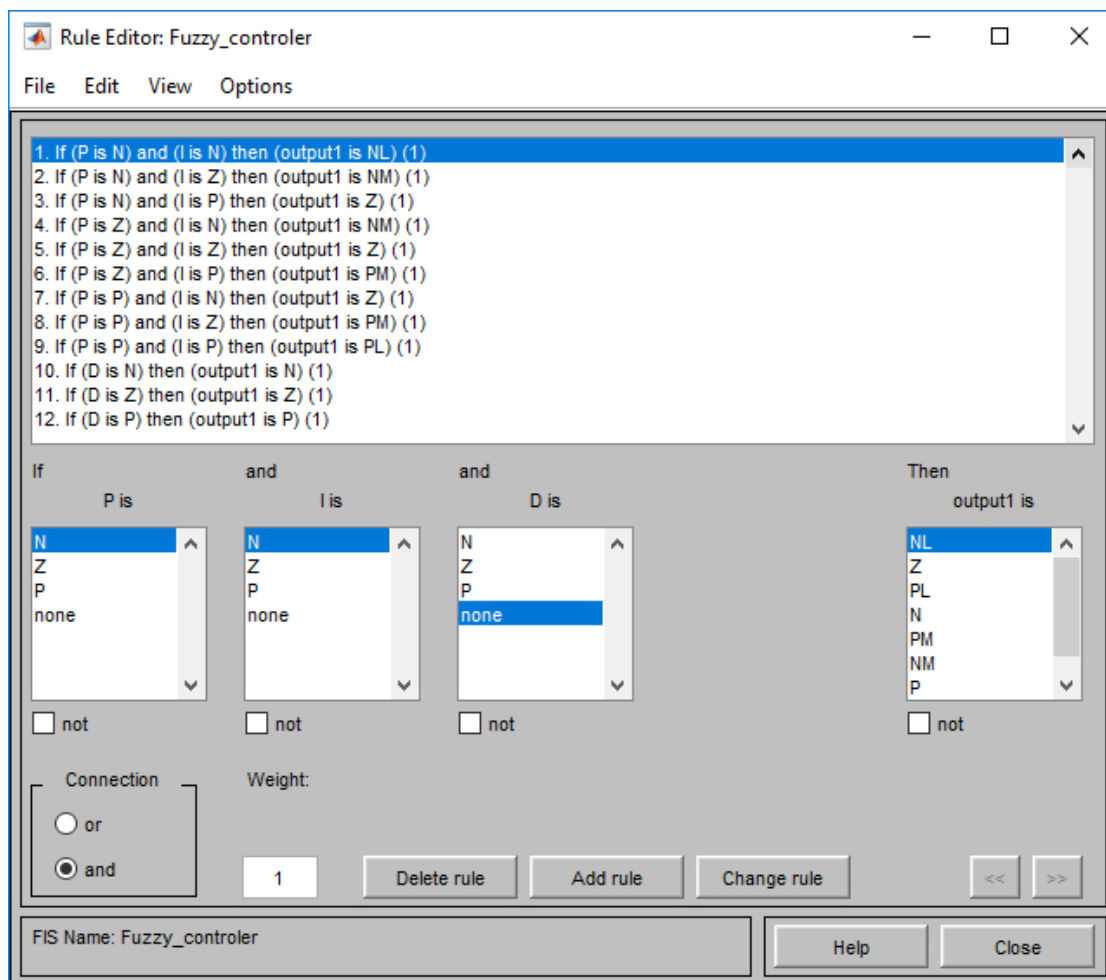


рис. 4.8. Вікно редактора правил продукції після їх визначення

Також виводимо вікно перегляду результатів використання правил продукції (рис. 4.9).

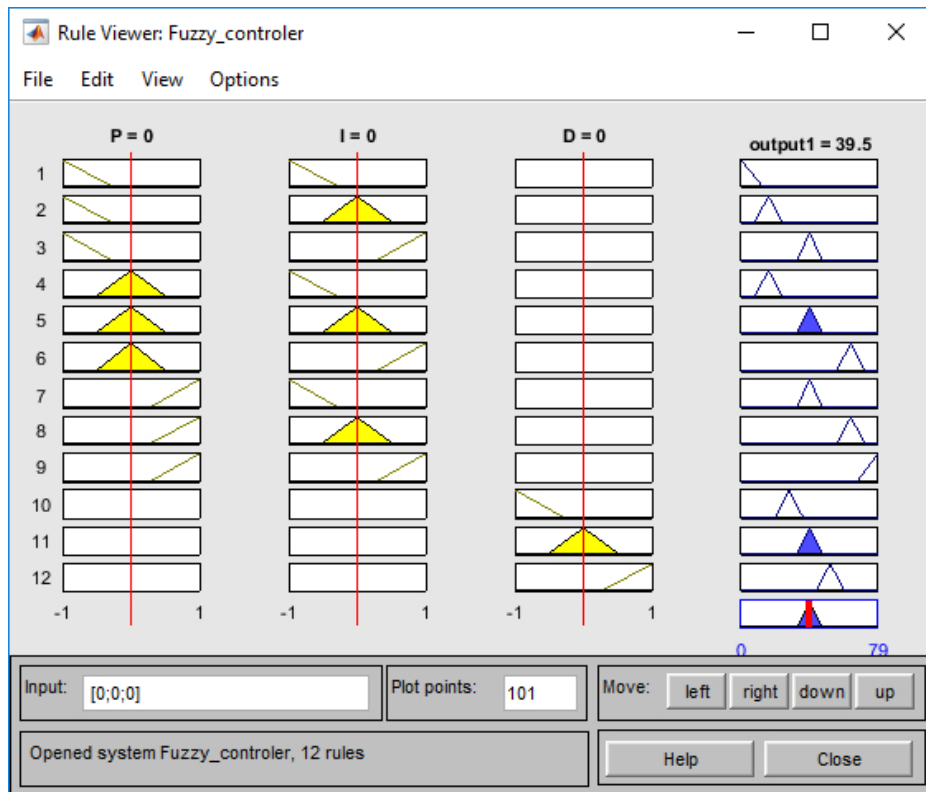


рис. 4.9. Результат використання правил продукції

Для аналізу якості перехідних процесів було проведено комп'ютерне моделювання нечіткої системи. Для створення нечіткої АСР у робочому полі Simulink підключаємо нечітку модель до системи, вказавши у вікні параметрів блоку fuzzy-регулятора ім'я файлу (fuzzy-controller) та на наступному етапі проводиться комп'ютерне випробування нечіткої моделі. Побудований контур наведена на рисунку 4.10.

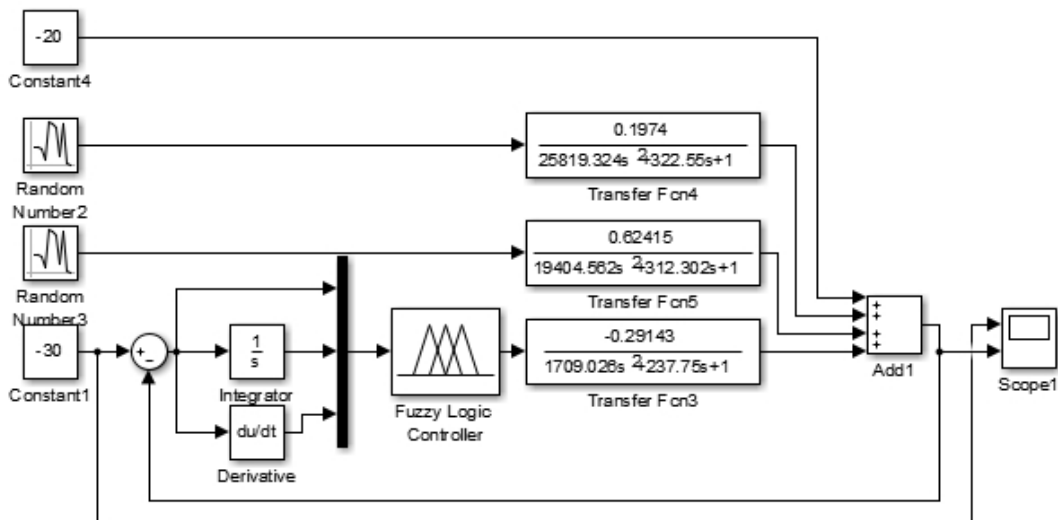


рис. 4.10. Схема АСР з нечітким регулятором в Simulink

Після чого будемо перехідну характеристику АСР з нечітким регулятором, яку зображено на рисунку 4.11.

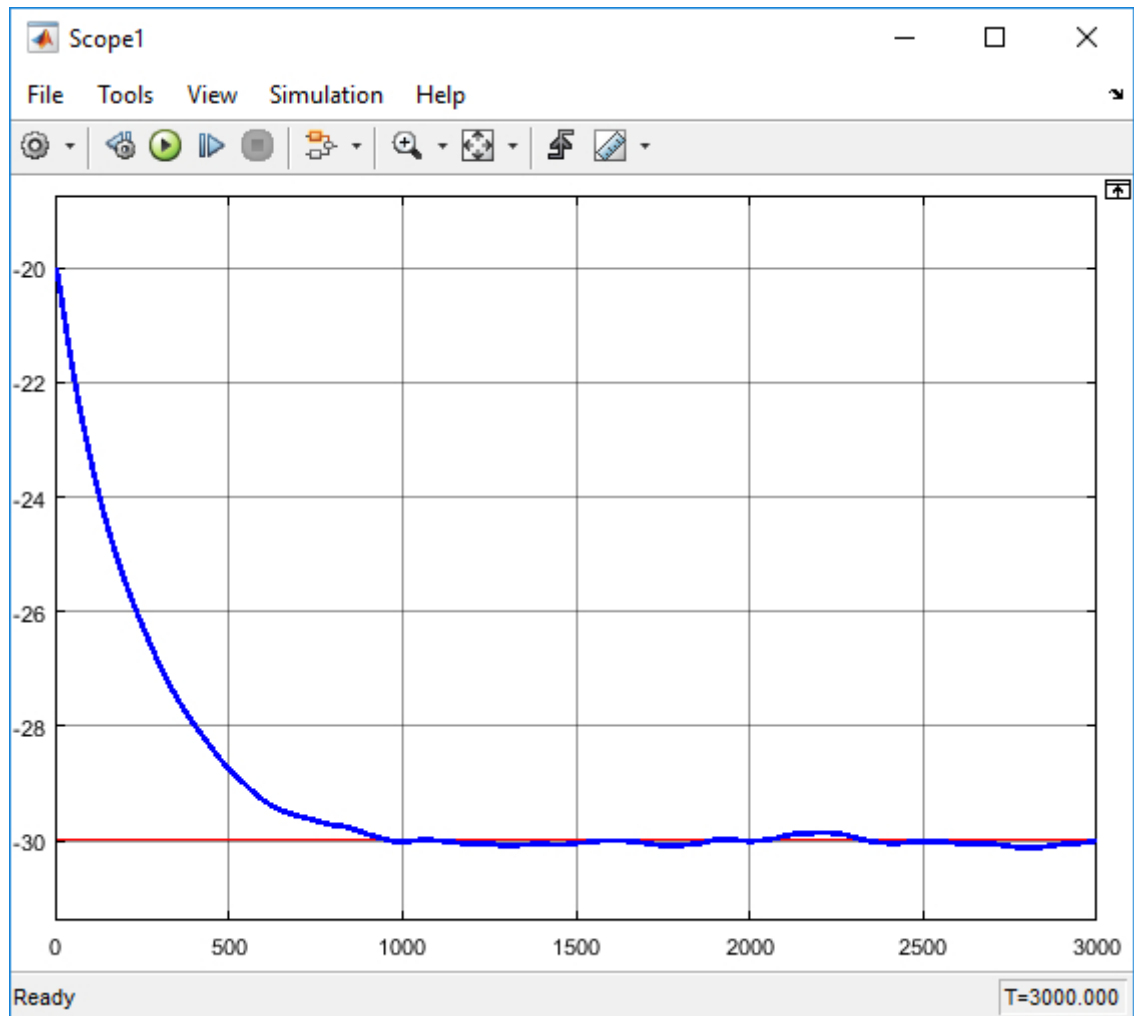


рис. 4.11. Перехідна характеристика АСР з нечітким регулятором

4.3. Висновки до 4 розділу

Порівнюючи результати роботи двох АСР можна зробити наступні висновки: 1) Система з нечітким регулятором виходить на усталене значення швидше ніж система з ПД-регулятором; 2) У системі з нечітким регулятором відсутнє перерегулювання; 3) Система з нечітким регулятором більш стійка дії збурень. Порівняння роботи двох систем показані на рис. 4.12.

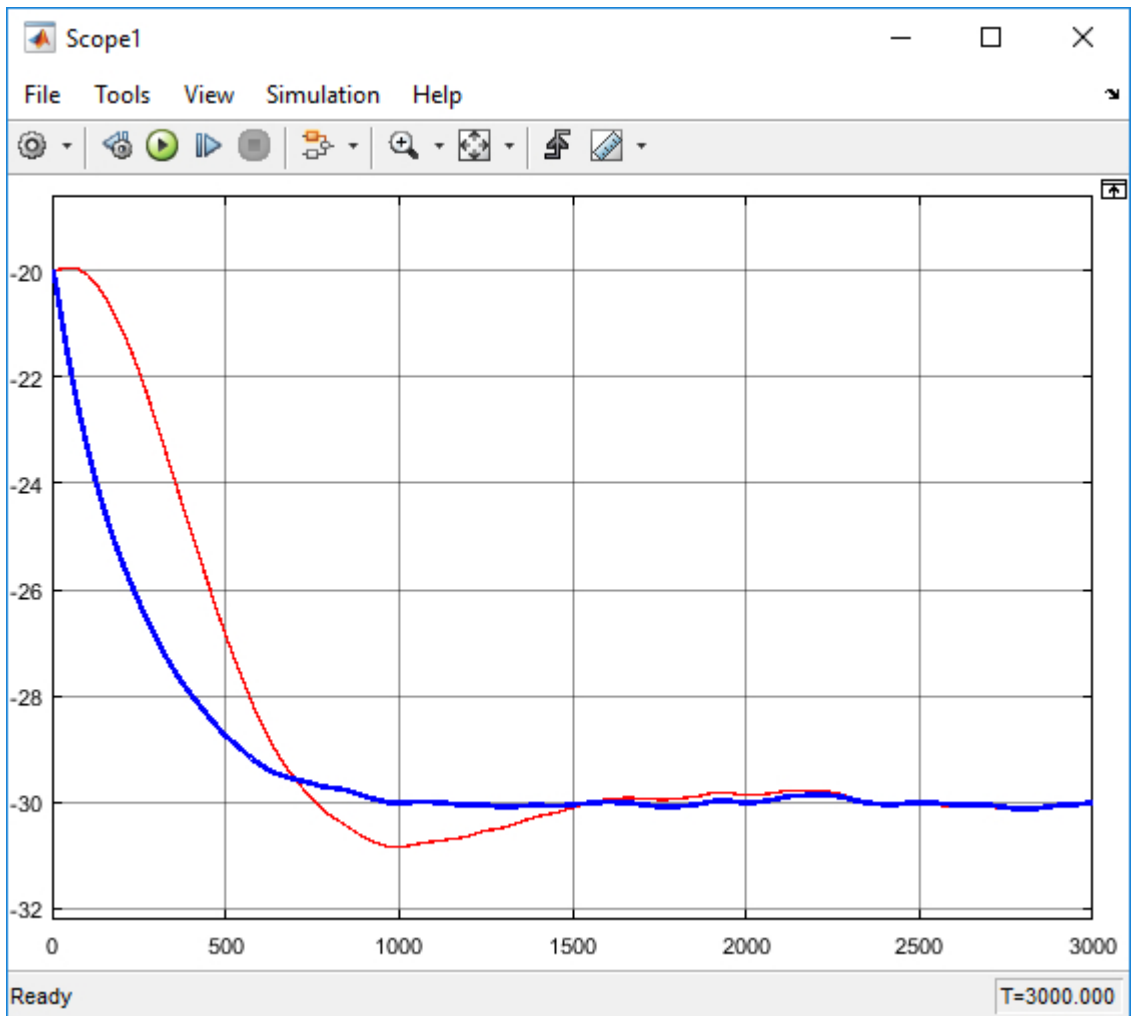


рис. 4.12. Порівняння АСР з ПІД-регулятором й з нечітким регулятором

5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1. Ідея та опис стартапу

Назва проекту: «*Motul*» (Мотюль).

Ідея стартап проекту полягає у створенні математичної програми, яка збиратиме статистичну інформацію про дані перебігу процесів (в нашому випадку – температура оливи в процесі депарафінізації), виконуватиме реєстрацію показників технологічних параметрів, будувати діаграму значень з прогнозуванням наступних результатів, реєстрація точок, значення яких виходить за межі допустимих, інформування про перебіг процесу.

Математична програма буде виконувати такі задачі:

1. Збір та реєстрація значень контрольованих технологічних параметрів;
2. Побудову діаграм із зібраних статистичних даних з імовірним прогнозом їх подальшого розвитку;
3. Визначення режимів та реєстрація точок, які виходять на межі допустимий меж та можуть спричинити брак;
 - Моніторинг відхилення вихідних значень параметрів;
 - Пошук причини спричинення відхилення;
 - Аналіз причин аварійної ситуації;
 - Рекомендації щодо усунення аварії.

Проект розробляється базуючись на даних та параметрах аміачного холодильника у виробництві оливи.

Процес виробництва складається з великої кількості апаратів та послідовного підключення потоків сировини у ході виробництва.

Статистичні методи, які використовуються у стартапі, будуть включати детальний опис усіх можливих ситуацій які можуть трапитися з об'єктом та на виробництві в цілому.

Побудова графіків:

- Значення вхідних параметрів від номеру досліду;

- Значення вихідного параметру від номеру досліду

- Статична характеристика процесу.

Команда: Попюк Влвдислав Юрійович.

Конкуренти: Ринок в процесі дослідження. Практично у кожній компанії, яка займається виробництвом у сфері хімічної, металургійної та харчової промисловості, розроблена математична програма розрахунку необхідних параметрів відповідно до власних вимог. Такі програми дуже рідко можуть бути універсальними та зручними у використанні для інших процесів виробництва.

Ми пропонуємо програму з максимально універсальними функціями та властивостями.

Ціль програми: широке використання програми у різних галузях промисловості, зокрема хімічній, металургійній. Можливість застосування стартапу у інших виробництвах.

Гроші: 500 \$ в місяць (приблизний термін на написання програми 6 місяців).

Де шукати гроші: інвестиції від підприємств та приватних підприємців, які зацікавлені в використанні цієї програми.

Конкурентні переваги: розробниками програми є саме ті спеціалісти, які започаткували цю технологію. Ми розробники і виконавці.

5.2. Аудит динаміки та основних тенденцій ринку виробництва оливо

Для даного виробництва досліджена динаміка ринку за 3 роки (2015 - 2018 рр.).

На сьогодні життєвий цикл досліджуваного ринку знаходиться на етапі *зростання*, оскільки порівняно з 2016 роком, обсяги виробництва оливи зросли.

Орієнтуючись на статистику, прогнози позитивні, оскільки існує велика імовірність продовження зросту та переходу на етап стабільності і насичення. Зріст пояснюється збільшеною потребою у імпорті оливи, а також у актуальності її використання в Україні.

З огляду на динаміку ринку, Стартап «*Motul*» полегшить роботу та діяльність різних підприємств за допомогою своїх функцій. Прискорить поліпшення динаміки ринку та зекономить час виробникам. Можуть виникнути складнощі з виходом програми на ринок через затрачені коштів та часу на адаптацію програми під виробництва, проте в перспективі всі витрачені кошти повернуться у вигляді зменшених витрат та збитків у підприємстві.

5.3. Аналіз маркетингового середовища

Результатом цього розділу є аналіз маркетингового середовища приватного підприємства ПП «Мотюль».

Товаром, якому присвячено аналіз маркетингового середовища виступає прикладна програма збору та прогнозування виробничих процесів для робочого місця оператора-технолога.

5.3.1. Аналіз внутрішнього середовища

1. Загальна інформація про компанію:

Історія розвитку підприємства:

Компанія заснована, Попюк Владиславом Юрійовичом у 2018 році за підтримки дипломного керівника Бородіна Валерія Івановича.

Прикладна програма, адаптацією якої займаються засновники спрямована на підтримання стаціонарності режимів на виробництві, попередження утворенню браку, аварій, для перевірки якості продукції на її відповідність згідно ДСТУ.

Товарний портфель (асортимент товарів та послуг):

Розробка та адаптування прикладної програми до різних виробництв які надає замовник. Підтримання функціонування програми та її дієздатності. Відповідність сучасним стандартам.

Географічне розташування підприємства:

07400, м. Бровари

вул. Незалежності, 3

квартира 116

Корпоративні стандарти:

Постійна комунікація з клієнтом та професіоналізм розробників дають якісно створений продукт.

Ресурси і обмеження:

Основою є інтелектуальні та інформаційні ресурси компанії. Інформаційні ресурси базуються на дослідженнях та аналізі досліджуваного виробництва, використання методів та технологій розроблених у інформаційній сфері.

Надається короткий опис товару, якому присвячено аналіз маркетингового середовища. Розглядаються три рівні товару та його особливості.

аналіз виробництва – виокремлення основних контрольованих параметрів – адаптування програми до виробництва

Ринкова історія товару:

На даний момент ринкової історії товару не існує так як він на етапі розробки.

Визначення етапу життєвого циклу товару.

Відносно продукції виробництва оливи, товар знаходиться на стадії зрілості.

Узагальнено розглядається динаміка розвитку галузі:

Основні оператори ринку:

На ринку України ПП «Motul» є поки єдиною компанією з розробки математичних програм у сфері хімічної, металургійної та харчової промисловості.

Економічні та соціальні тенденції ринку:

Забезпечення робочих місць близько 100 людям з професійними навиками та стажем, забезпечення ринку України необхідним товаром яка допоможе уникнути браку та матеріальних втрат підприємства.

Характеристики ринку:

Щодо ТОВ «Дніпропетровський завод» м. Дніпропетровськ

Розмір підприємства: 0,73 км²

Затребуваний асортимент продукції, стійка позиція на ринку серед конкурентів.

Споживачі на території України та ближньому зарубіжжі (експорт)

За останні кілька років суттєвих спадів виробництва не спостерігалось.

Завдяки попередньому опитуванню керівництва та співробітників компанії визначаються події, що обумовлюють актуальність проведення аналізу маркетингового середовища підприємства.

Викладена вище загальна інформація систематизується у вигляді переліку факторів внутрішнього маркетингового середовища фірми за такими групами:

Організаційно-правові:

1. форма власності – Приватне підприємство
2. форма організації – компанія
3. організаційна структура – лінійна
4. система менеджменту – стратегічний менеджмент



5. стиль керівництва – демократичний

Ресурси:

6. фінансові: в основному це інвестиції фірм, які бажають адаптувати прикладну програму під своє виробництво

7. виробничі та складські потужності: на даний момент це кімнати та кабінети учасників компанії. В подальшому планується оренда спеціального приміщення для команди розробників.

8. технології: застосовуються як традиційні так і сучасні технології створення програми. Використання нових методів адаптування для скорочення часу очікування обчислень.

9. Інформаційні: індивідуальні та колективні знання спеціалістів (ті, що не підлягають документації), наукові розробки та дослідження, аналізи виробництва, статистичні дані, проекти, аналітичні та практичні моделі (документовані).

10. Трудові: команда розробників та спеціалістів у цій сфері.

11. Інтелектуальні: знання, навички та виробничий досвід нашої команди та помічників і такі нематеріальні активи, як патенти, бази даних, програмне забезпечення для інших виробництв.

12. Правові: джерела з мережі Інтернет та інші інформаційні ресурси щодо особливостей технології виробництв.

В таблиці 5.1 вказаний аналіз внутрішнього маркетингового середовища підприємства.

Таблиця 5.1– Аналіз внутрішнього маркетингового середовища підприємства

Внутрішні фактори	Вплив фактору		Симптоми проблеми/можливості
	Можливості	Загрози	
Стратегічне планування та її проблематика	Ускладнене прогнозування, визначення цілей, завдань роботи компанії і методів їх досягнення		Проведення комплексних маркетингових досліджень, розробка стратегії діяльності компанії з урахуванням кризових ситуацій
Низька обізнаність існування компанії	Відсутність рекламованості компанії серед клієнтів	Недовірливе ставлення потенційних клієнтів	Використання різноманітних способів просування, створення презентацій, реклама, участь у тендерах
Низький рівень фінансування	Фізичний зношення обладнання (ноутбуків та аксесуарів до них)		Внесення змін до фінансового плану компанії; пошук нових інвесторів
Інтелектуальний потенціал компанії		Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка

		працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг	методів, спрямованих на підвищення продуктивності праці
Інновації	Пошук нових клієнтів з сучасним мисленням	Співпраця з клієнтами, орієнтованими на розвиток товару	Пошук клієнтів-новаторів

Таблиця 5.2 – Узагальнений список необхідної інформації.

№ п/п	Необхідна інформація
1	Залучення нових інвестицій
2	Рекламування компанії, інші способи просування на ринку
3	Сценарій дій компанії у кризових ситуаціях
4	Комплексні маркетингові дослідження
5	Мотивація співробітників для покращення продуктивності праці
6	Пошук клієнтів з сучасним мисленням
7	Способи та методи приваблювання нових клієнтів

5.3.2. Аналіз зовнішнього середовища

Таблиця 5.3 – Підсумкова таблиця факторів політико-правового середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливість	Загрози	
Просування українських товарів до Європи та ближнього зарубіжжя	Розширення ринку збуту товару	Витіснення вітчизняного товару закордонним	Підведення товару компанії до вимог та стандартів Європейського середовища
Урегулювання діяльності компанії законодавчими актами і законами	Підвищення якості товарів і послуг відповідно до		Дотримання захисту прав споживачів, забезпечення безпеки праці, часу роботи, мінімальної заробітної плати

	сертифікатів та ліцензій.		
Наявність аспектів хімічної та харчової промисловості в стратегії сталого розвитку України	Отримання державних інвестицій для впровадження технології		Пошуки каналів зв'язку з потрібними державними установами для отримання інвестицій

Таблиця 5.4 – Підсумкова таблиця факторів економічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливість	Загрози	
Економічний потенціал України		Недостатність клієнтів-підприємств, що можуть дозволити собі оновлення систем	Вивід товару на закордонні ринки
Світова економічна криза		Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів	Пошук шляхів здешевлення товару без компенсування цього за рахунок його якості
Падіння рівню промислового виробництва в країні		Мала кількість місць впровадження технології	Пошук закордонних клієнтів

Таблиця 5.5 – Підсумкова таблиця факторів науково-технічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Поява нових інноваційних технологій керування та виробництва		Поява нових конкурентів	Постійний розвиток та вдосконалення товару, орієнтація на постійних клієнтів
Інтенсивний розвиток ринку	Для того, щоб бути конкурентоспроможним, підприємству необхідно відповідати все більш зростаючим вимогам до технології та обладнання.		Спостереження та впровадження технологій, що йдуть в ногу з часом

Таблиця 5.6 – Підсумкова таблиця факторів демографічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Зміна населення України не впливає на якість та розповсюдженість запропонованого товару на ринку			

Таблиця 5.7 – Підсумкова таблиця факторів соціо-культурного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Бажання працівників зменшити обсяг виконання роботи	Перевага над конкурентами за рівнем автоматизації, зниженням кількості людської праці		Вдосконалення елементів системи для зниження рівня людської праці
Особливості відношення українських клієнтів		Вибір перевірених технологій перевірених виробників замість інноваційної	Демонстрація на практиці переважання якості товару за рахунок його інноваційності

Таблиця 5.8 – Підсумкова таблиця факторів природного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Використання енерго зберігаючих та екологічно безпечних технологій	Перевага над конкурентним товаром за рахунок енергоефективності, екологічної безпеки		Пошук шляхів доведення та представлення переваг товару компанії над конкурентами

5.3.3 Аналіз факторів мікроркетингового середовища.

Таблиця 5.9 – Підсумкова таблиця впливу споживачів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Бажання клієнтів мати якісний продукт за короткий час і низьку вартість	Подолання конкурентів за рахунок унікального дизайну	Втрата клієнтів через невідповідність зовнішнього вигляду товару	Постійна робота над дизайном та ергономічністю товару
Вплив статусу бренду на клієнтів		Втрата потенційно важливих клієнтів	Робота над іміджем компанії, доведення слів ділом, підтвердження якості товару
Здатність покупців торгуватися		Втрата потенційних клієнтів через велику вартість товару та послуг	Співпраця з клієнтами на взаємовигідних умовах поступок

Таблиця 5.10 – Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Наявність нових конкурентів		Рівень інноваційності нових конкурентів перевищить рівень інноваційності компанії	Моніторинг ринку, спроби технологічно випереджувати конкурентів
Наявність взаємозамінних товарів		Поява інноваційного промислового обладнання, що не потребує впровадження пропонуваніх систем	Робота над адаптивністю систем для впровадження на різні типи, види та рівні виробництва
Конкуренція між існуючими компаніями		Витіснення конкурентами компанії з ринку	Порівняння, аналіз товару конкурентів, запозичення гарних тенденцій та запобігання помилок конкурентів

Таблиця 5.11 – Підсумкова таблиця впливу постачальників

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливість	Загрози	
Зменшення фірм постачальників в період кризи		Втрата постійних постачальників	Наявність зв'язків з різними постачальниками, що можуть бути взаємозамінні

Таблиця 5.12 – Підсумкова таблиця впливу контактних аудиторій

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливість	Загрози	
ЗМІ	Просування власного бренду	Просування конкурентів, публікація неправдивої інформації	Просування власного бренду за рахунок взаємодії з різними видами ЗМІ
Конференції, реклама, виставки	Здобування підприємством «власного імені» у професійно-технічній спільноті		Співпраця з цими спільнотами, відвідування тематичних заходів, використання будь-якої можливості заявити про себе
Існуюча база контактів компанії	Підвищення продуктивності розробок за рахунок ефективної командної діяльності	Зниження продуктивності розробок за рахунок поганих відносин у колективі	Підвищення командного духу, проведення тимблдингів, корпоративів, пошук спільних інтересів

5.3.4. Формулювання управлінської проблеми

Таблиця 5.13 – SWOT-аналіз

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - Високий інтелектуальний потенціал компанії - Інноваційність технології - Високий рівень енергозбереження та ресурсозбереження загалом - Адаптованість продукту під задане виробництво 	<ul style="list-style-type: none"> - Недостатня обізнаність про компанію на ринку - Низький рівень фінансування - Конкуренція на ринку - Зменшення кількості можливих постачальників в умовах кризи

- Можливість виходу на закордонний ринок	
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - Перевага над конкурентним товаром за рахунок малокомпонентності, енергоефективності, екологічної безпеки. - Підвищення продуктивності розробок за рахунок ефективної командної діяльності. - Подолання конкуренції за рахунок унікального дизайну систем - Плідна співпраця з постачальниками на взаємовигідних умовах поступок 	<ul style="list-style-type: none"> - Поява інноваційного технічного обладнання. - Витіснення конкурентами компанії з ринку - Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів - Недостатність клієнтів-підприємств, що можуть дозволити собі оновлення систем - Витіснення вітчизняного товару закордонним

Управлінською проблемою на даному етапі є велика затрата часу на просування компанії та рекламування товару на ринку України. Виникає мета заохочування більшої кількості інвесторів та клієнтів для поширення впізнаваності продукту.

Розроблені альтернативні шляхи вирішення управлінської проблеми/реалізації управлінської можливості наведені у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 – Слабкі та сильні сторони альтернативних шляхів.

Альтернативи	Слабкі сторони	Сильні сторони
1. Пошуки каналів зв'язку з потрібними державними установами для отримання інвестицій	Складність пошуку цих каналів	Розширення клієнтської бази
2. Демонстрація на практиці переважаня якості товару за рахунок його інноваційності	Стереотипність та страх клієнтів перед новинками	Зміна ставлення до інновацій, розширення меж потенціальних клієнтів
3. Підтримання співпраці з постійними клієнтами	Недостатня кількість уваги новим клієнтам	Підтримання стабільної бази постійних клієнтів
4. Праця над основною задачею - адаптивністю програми для широкого спектру виробництв.	Значні робочі ресурси використані на адаптацію прикладної програми.	Значне розширення ринку та можливостей на ньому.

Найоптимальнішим шляхом вирішення управлінської проблеми є – поєднання різних напрямів та шляхів розв'язання поставлених проблем;

рекламування назви компанії; робота над якістю, енергоефективністю та ергономічністю товару.

5.4. Конкурентний аналіз компанії

У цьому розділі проведено конкурентний аналіз компанії ПП «Motul»

Таблиця 5.15 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції: монополія/ олігополія/ монополістична/чиста	Чиста конкуренція. Немає компаній які повністю завоювали ринок у цій області, суперництво між компаніями мало впливає на загальну ситуацію на ринку.	Конкуренство зачасту з потенційними клієнтами коли ми пропонуємо використати кращу та багатофункціональнішу технологію.
2. За рівнем конкурентної боротьби: локальний/національний..	Локальна боротьба. В основному кожна фірма розробляє маленьку програму під своє виробництво.	Підвищення функціональності програми.
3. За галузевою ознакою: міжгалузева/ внутрішньогалузева	Внутрішньогалузева ознака. Програма використовується в конкретному виробництві (хімічна, металургійна та харчова промисловість).	Охоплення більшої кількості заданості всередині підприємства.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова/ товарно-видова/ між бажаннями	Товарно-видова конкуренція. Ідентичність структури програми виключається	Пропонується прикладна програма що відрізняється від вже створених.
5. За характером конкурентних переваг: цінова/ нецінова	Конкурентна перевага і цінова і нецінова. Якість продукту та її цінова категорія.	Розроблена програма дещо дорожча за програми конкурентів, проте охоплює більшу функціональність.
6. За інтенсивністю: марочна/ немарочна	Немарочна. Спеціальної марки програма немає.	Адаптація під інші виробництва призводить іноді до зміни функцій програми.

Таблиця 5.16 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Відсутні	Підприємств а-клієнти	Відсутні	Виробництва хімічної та харчової	Програми вузької

				промисловості	функціональності
Висновки	Відсутні	В ринок увійти можливо при достатній аргументації якості товару.	Оскільки прикладна програма це інтелектуальний продукт, постачальниками виступають розробники.	Презентація потенційним клієнтам нового багатофункціонального товару	Пропонування використанню широко застосованого товару замість малофункціональних

Таблиця 5.17 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Наявність нових конкурентів	Моніторинг ринку, спроби технологічно випереджувати конкурентів
2	Наявність взаємозамінних товарів	Робота над адаптивністю систем для впровадження на різні типи, види та рівні виробництва
3	Конкуренція між існуючими компаніями	Порівняння, аналіз товару конкурентів, запозичення гарних тенденцій та запобігання помилок конкурентів

Таблиця 5.18 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін стартапу «Мотюль»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Мотюль.						
			- 3	- 2	- 1	0	1	2	3
1	Наявність нових конкурентів	6			x				
2	Наявність взаємозамінних товарів	17						x	
3	Конкуренція між існуючими компаніями	10				x			

5.5. Ринкові стратегії стартап-проекту

Таблиця 5.19 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах сегменту	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входження у сегмент
1.	Підприємства хімічної промисловості	57%	90%	Конкуренція невисока, оскільки не так багато великих виробництв на території України	Спілкування напряму з представниками цільової аудиторії,

					загострення уваги не перевагах нашої програми.
Які цільові групи обрано: Для розвитку і «гарного» старту підприємства спочатку сконцентрувати увагу на цільовій групі невеликих підприємств у яких власне програмне забезпечення погане. Далі переходити до захоплення аудиторії великих заводів та пропонувати багатофункціональну програму.					

Таблиця 5.20 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Доступна ціна для початку	Масовий маркетинг	Ідеальне для клієнта співвідношення ціна/якість	Стратегія лідерства по витратах
2.	Підписання довгострокових контрактів	Диференційований маркетинг	Супровід систем, їх технічне обслуговування, навчання персоналу	Стратегія диференціації

Таблиця 5.21 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є «першопрохідцем»?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні, проте удосконалене на версія попередніх	Треба починати з осучаснених клієнтів, тих, хто готовий експериментувати.	Загальним для нашого товару і конкурентного є тільки основна ідея, а структура, компоненти, їх співвідношення є унікальними	Стратегія заняття конкурентної ніші

Таблиця 5.21 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Аргументована ціна. Супроводження товару Необхідна якість	Стратегія диференціації	Продукція вищої якості за конкурентну Можливість економити на ресурсах Програми лояльності за тривалі контракти Супровід товару	Висока якість та надійність. Тривалі контракти. Програми лояльності.

5.6. Комерційна пропозиція

У цьому розділі складено комерційну пропозицію від ПП «Мотюль».

КОМЕРЦІЙНА ПРОПОЗИЦІЯ

від «23» квітня 2018 року

Шановні партнери!

Пропонуємо вашій увазі наш проект – прикладна програма по збору, моніторингу та прогнозування для виробництв хімічної промисловості на прикладі виробництва оливи

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація на тему «Автоматизація холодильної установки в процесі депарафінізації олів у розчині бензину» містить результати досліджень описаних у п'ятьох розділах.

За результатами проведених досліджень було досягнути головну мету магістерської дисертації, а саме було досліджено методи впровадження системи контролю якості за стандартом *ISO*, в тому числі описано структури показників якості процесів.

Перший розділ магістерської дисертації містить аналіз технологічної системи виробництва депарафінізації олів в розчині бензину. Результатами другого розділу є розробка схеми автоматизації. В результаті була розроблена специфікація технологічного устаткування, електрична схема дистанційного керування двигунами.

У 3 розділі розроблена математична модель аміачного холодильника, яка була розрахована в програмному забезпеченні ANSYS і проведена її ідентифікація в програмному модулі Identification Toolbox.

Результатами четвертого розділу є розроблені системи керування на основі ПД-регулятора та нечіткого регулятора і проведено порівняння їх роботи.

Завершуючим етапом магістерської дисертації є створення стартап-проекту на основі розробленої програми у розділі 4. Для компанії ПП «Мотюль» проведено детальний аналіз ринку, внутрішнього та зовнішнього маркетингового середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукінюк М.В. Технологічні вимірювання та прилади : Навч. посіб. для курс. проектування. К.: "ПОЛІПАРНАС" , 2002. - 257с: іл.
2. Бабіченко А.К., Тушинський В.І., Михайлов В.С. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. Бабіченка А.К.: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ, 2001 р. - 470 с.
3. А.И. Емельянов, О.В. Капник «Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами», Москва «Энергия», 1974г.
4. Ключев А. С. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов». Справочное пособие - М.: Машиностроение, 1980. - с. 214.
5. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. – Москва «Химия», 1995. – 260с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии: Касаткин А.Г. - Москва, 1988. - 832с;
7. Штовба С. Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с., ил. – ISBN 5-93517-359-X.
8. Терёхин В. В. Моделирование в системе MATLAB: Учебное пособие / Кемеровский государственный университет. – Новокузнецк: Кузбассвузиздат, 2004. -376 с.
9. Леоненков А. Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech [Текст] / А. Ю. Леоненков – С.- Птб.: БХВ, 2003. – 720 с. – Библиогр.: с. 717–719. – 2000 экз. – ISBN 5-94157-087-2
10. Гостев В. И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления [Текст] / В. И. Гостев. – К.: «Радіоаматор», 2008. – 972 с. – Библиогр.: с. 944–966. – 300 экз. – ISBN 978-966-96178-2-0
11. Дьяконов В. П., Круглов В. В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. – 448 с.

Додатки

Додаток 1 – Специфікація устаткування та приладів

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод-виробник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
УСТАТКУВАННЯ та ПРИЛАДИ								
3-1	Витрата	Сировина, трубопровід 32	–	Трубопровід 28	Діафрагма стандартна камерна, $P_y \leq 0,6$ МПа; $D_{тр} = 50$ мм.	ДКС 0,6–50	5	ВАТ «Енергопром Україна», м. Харків
4-1		Розчинник, трубопровід 31	–	Трубопровід 29				
7-1		Розчинник на гідрозатвор, трубопровід 11	–	Трубопровід 33				

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-2 4-2 7-2	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Перетворювач тиску з вибухонепроникною оболонкою, межа вимірювання 2,5 МПа, межа основної припустимої похибки $\pm 0,25$ %, вихідний сигнал 4–20 мА	ПД100-ДИ2.5-115-0.25-EXD	4	«ОВЕН», Росія, м. Москва
9-2 12-2 13-2	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Перетворювач тиску, межа вимірювання 2,5 МПа, межа основної припустимої похибки $\pm 0,25$ %, вихідний сигнал 4–20 мА	Сапфір 22ДИ 2150	4	ВАТ «Енергопром Україна», м. Харків
3-3 4-3 7-3 9-3 10-3 11-3	— " —	— " —	— " —	Пульт керування	Мікропроцесорний регулятор. Вхідний сигнал: 4–20мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних.	МІК-21	8	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ
3-4 4-4 7-4 11-4 14-4	— " —	— " —	— " —	— " —	Блок ручного керування. Вхідний сигнал: аналоговий 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних. Межа основної припустимої похибки $\leq 0,2$ %.	БРУ-17	8	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1 2-1 5-1 6-1 8-1 9-1 10-1 11-1 12-1 13-1 14-1 16-1	Температура	Охолоджений розчин, адсорбер	40 °С	Холодильник	Термоперетворювач опору вибухозахисний; вібростійкий; діапазон вимірювання 0...+ 200 °С; основна похибка 0,25 %; $I_{\text{вих}} = 4-20 \text{ мА};$ $P_{\text{роб}} = 16 \text{ МПа}.$	ТСМУ-014-Ех-МВ	4	ТОВ НПП «Элемер», Росія, м. Москва
10-1		Адсорбент з домішками (смоли й розчинник), десорбер	90–95 °С	Холодильник				
13-1		Адсорбент з домішками (смоли й розчинник), сушарка	130 °С	Змішувач				
3-2 10-2 13-2 18-2 19-2	— " —	— " —	— " —	Пульт керування	Мікропроцесорний регулятор. Вхідний сигнал: 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних.	МІК-21	5	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-3 10-3 13-3 18-3 19-3	— " —	— " —	— " —	— " —	Блок ручного керування. Вхідний сигнал: аналоговий 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних. Межа основної припустимої похибки $\leq 0,2\%$.	БРУ-17	5	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ
4-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний показувальний і ресструвальний вторинний прилад; вхідний сигнал: 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА.	ДИСК-250	1	ГК «Теплолидер», Росія м. Москва

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-3 8-3	— " —	— " —	— " —	Пульт керування	Блок ручного керування. Вхідний сигнал: аналоговий 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних. Межа основної припустимої похибки $\leq 0,2\%$.	БРУ-17	2	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ
11-1	Тиск	Адсорбент з домішками (смоли й розчинник)	10 ат	Трубопровід 1	Вимірювальний перетворювач надлишкового тиску; $I_{\text{вих}} = 4\text{--}20\text{ мА}$; основна похибка 0,25 %; $\Delta P_{\text{max}} = 2,5\text{ МПа}$; клас точності 0,25	Сапфір-22ДІ 2161	2	ЗАТ «Промприбор», м. Харків
12-1		Пара, трубопровід 1	18 ат	Трубопровід 1				
21-1		Сировина, трубопровід 29	—	Трубопровід 29	Перетворювач тиску з вибухонепроникною оболонкою, межа вимірювання 2,5 МПа, межа основної припустимої похибки $\pm 0,25\%$, вихідний сигнал 4–20 мА.	ПД100-ДИ2.5-115-0.25-EXD	10	«ОВЕН», Росія, м. Москва
22-1		Розчинник, трубопровід 28	—	Трубопровід 28				
23-1		Вода, трубопровід 1	—	Трубопровід 1				
24-1		Розчинник на гідрозатвор, трубопровід 29	—	Трубопровід 28				

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11-2 12-2 21-2 22-2 23-2 24-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Пульт керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний. Вхідний сигнал: 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 2-а дискретних. Похибка вимірювання: $\pm 0,2\%$.	ІТМ-11	12	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Пульт керування	Блок ручного керування. Вхідний сигнал: аналоговий 4–20 мА. Вихідний сигнал: аналоговий 4–20 мА та 4-и дискретних. Межа основної припустимої похибки $\leq 0,2\%$.	БРУ-17	1	«МИКРОЛ» м. Івано-Франківськ
1-5 2-5 3-4 6-4 8-4 9-5 10-4 13-4 14-4 15-5	-----	Трубопровід	-----	Трубопровід	Клапан з електроприводом високотемпературний. Робоча температура до $+ 225^{\circ}\text{C}$. Матеріал: сталь 20; Ущільнення: метал-еластомер. Клас герметичності IV.	КМР-Э.2.5	14	ТОВ ВНФ «ЛГ Автоматика», Росія, м. Москва

7-5	-----	Трубопровід	-----	Трубопровід	Клапан запірний з електроприводом. Робоча температура до + 225 °С. Матеріал: сталь 20; Ущільнення: метал-еластомер. Клас герметичності IV.	КМО-Э.2.5	1	ТОВ ВНФ «ЛГ Автоматика», Росія, м. Москва
ЕЛЕКТРОПАРАТИ								
КМ1 КМ2 КМ3 КМ4 КМ5 КМ6 КМ7 КМ8 КМ9 КМ10 КМ11 КМ12 КМ13 КМ14 КМ15 КМ16 КМ17 КМ18 КМ19 КМ20 КМ21 КМ22	-----	-----	---	Пульт керування	Електромагнітне реле пиловологозахисне. Струм спрацьовування: 30 мА. Робоча напруга: 23...30В.	РЭС-9 РС4.529.029-07.01	22	ТОВ «Електроника и связь», м. Вороніж

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
HL1 HL2	Сигналізація тах тиску	-----	-----	Пульт керування	Лампа сигнальна світлодіодна з червоним індикатором. Напруга живлення: 110 В; Струм: 2 мА.	СКЛ-9	2	ВАТ «Микроника», Росія, м. Санкт- Петебург
МП1 МП2 МП3 МП4 МП5 МП6 МП7 МП8 МП9 МП10	ВМК/ВИМ живлення 380В	-----	380В 11кВт	Місцеві	Магнітний пускач нереверсивний захисного типу; Робочий струм: до 22 А; Допустима потужність електродвигуна 11 кВт при живленні 380 В; з тепловим реле РТЛ.	ПМЛ-2210	10	ТОВ «Электромехан ический завод “Этал”», м. Александрія
SA1 SA2 SA3 SA4 SA5 SA6 SA7 SA8 SA9 SA10	ВМК/ВИМ живлення 380В	-----	250В	Місцеві	Кнопка. Контакти 10 А. Функції: замкнення – розімкнення.	ЕАО-04	10	«ЭлектроМир», Росія, м. Санкт- Петебург

Продовження специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB1 SB3 SB5 SB7 SB9 SB11 SB13 SB15 SB17	ВИМК. живлення	-----	-----	Пульт керування	Кнопка Опір контактів: < 20 мОм; Напруга живлення: 690 В; Струм: 20 мА.	ЕАО- 04.704.240.2	10	«ЭлектроМир», Росія, м. Санкт- Петебург
SB2 SB4 SB6 SB8 SB10 SB12 SB14 SB16 SB18	ВМК. живлення	-----	-----	Пульт керування	Кнопка Опір контактів: < 20 мОм; Напруга живлення: 690 В; Струм: 20 мА.	ЕАО- 04.704.240.5	10	«ЭлектроМир», Росія, м. Санкт- Петебург
HL3 HL5 HL7 HL9 HL11 HL13 HL15 HL17 HL19 HL21	Сигналізація „ВМК” живлення	-----	220В	Пульт керування	Лампа сигнальна світодіодна. Напруга живлення: 110 В; Струм: 2 мА.	СКЛ-9	10	ВАТ «Микроника», Росія, м. Санкт- Петебург

Закінчення специфікації

1	2	3	4	5	6	7	8	9
HL4 HL6 HL8 HL10 HL12 HL14 HL16 HL18 HL20 HL22	Сигналізація „ВИМК” живлення	-----	220В	Пульт керування	Лампа сигнальна світодіодна. Напруга живлення: 110 В; Струм: 2 мА.	СКЛ-5	10	ВАТ «Микроника», Росія, м. Санкт- Петебург
HL23 HL25 HL27 HL29 HL31 HL33 HL35 HL37	Сигналізація мін тиску	-----	-----	Пульт керування	Лампа сигнальна світодіодна. Напруга живлення: 110 В; Струм: 2 мА.	СКЛ-9	10	ВАТ «Микроника», Росія, м. Санкт- Петебург
HL24 HL26 HL28 HL30 HL32 HL34 HL36 HL38	Сигналізація спрацюван- ня аварійного захисту	-----	-----	Пульт керування		СКЛ-10	10	