Співак Василь Васильович, Черняк Дмитрій Віталійович – Розробка автоматизованої системи керування охолоджувальним комплексом для заморожування овочів (комплексна тема).

Керівник: кандидат технічних наук, доцент кафедри КТ Курко Андрій Михайлович.

АНОТАЦІЯ

У роботі було розроблено автоматизовану систему керування холодильною установкою для заморожування м’яса та овочів.

В ході виконання було вибрано вид холодоагенту, розраховано приміщення та камери, спроектовано необхідні ємності холодильників для забезпечення необхідних об’ємів заморожування.

Також було описано основні напрчмки автоматизації холодильного цеху, розроблено функціональну схему автоматизації, обрано обладнання для забезпечення якісного виконання технологічного процесу.

Впровадження автоматизованої системи забезпечує більшу надійність роботи об’єкту управління, своєчасну реакцію на поломку обладнання. Це забезпечує зменшення енерговитрат підприємства та підвищення ресурсу роботи обладнання.

Ключові слова: ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ЗАМОРОЖУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ОВОЧІВ.

ЗМІСТ

ВСТУП *5*
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА *6*
1.1. Вибір основних елементів охолоджувального комплексу *6*
1.2. Вибір холодильного агента *8*
1.3. Вибір систем охолодження *9*
1.4. Вибір компресорного та холодильного обладнання *10*
1.5 Вибір типу конденсатора *11*
1.6. Вибір приладів автоматизації *11*
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА *12*
2.1. Опис технологічного процесу *12*
2.2 Розрахунок площ та обґрунтування обраного планування холодильника *14*
2.3 Вантажний фронт холодильника *25*
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА *30*
3.1. Автоматизація холодильної установки *30*
3.2 Система автоматичного захисту *33*
3.3 Система автоматичного регулювання та управління *36*
3.4. Система автоматичної сигналізації та дистанційного контролю параметрів *37*
3.5. Програмне рішення та опис скада системи для керування холодильною установкою *40*
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ *53*
4.1. Загальна характеристика приміщення і робочого місця *54*
4.2. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів на робочому місці *55*
ВИСНОВКИ *64*
БІБЛІОГРАФІЯ *65*

ВСТУП

Розвиток харчової промисловості, спрямований на надійне забезпечення країни продовольством, передбачає збільшення виробництва та поліпшення якості продукції. У цьому особлива роль забезпеченні безпеки продукції відводиться холодильній техніці, яка, останнім часом розвивається швидкими темпами.

В даний час холодильна техніка знайшла широке застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості, у торгівлі та машинобудуванні, при кондиціонуванні повітря та спорудженні крижаних штучних катків, у будівництві та медицині. І цей перелік далеко не повний.

Застосування холоду покращує технологію виробництва та якість багатьох продуктів, не кажучи вже про те, що в даний час зберігання продуктів як короткострокове, так і тривале, без холоду практично не уявляється. Широке впровадження холодильних установок у торгівлі покращує постачання споживачів високоякісними продуктами харчування, сприяє зниженню витрат обігу та підвищує культуру торгівлі. Оскільки холодильна обробка є досить трудомістким процесом вона вимагає комплексної механізації робіт і автоматизації виробничих процесів. Виконання цього завдання, зрештою, дозволить перейти до повністю автоматизованих холодильних установок та комплексно – механізованим холодильникам. Розвиток холодильної промисловості у всьому світі нерозривно пов'язаний з розвитком усіх галузей науки та техніки.

В даний час на світовому ринку холодильної техніки та автоматики передові місця займають такі закордонні фірми як Copeland, Sabroe, Danfoss, Mycom, Bitzer та інші.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Вибір основних елементів охолоджувального комплексу

Холодильна установка є сукупністю машин, апаратів, приладів та споруд, призначених для виробництва та застосування штучного холоду. Виходячи з цього визначення холодильна установка крім основних елементів, що входять до складу холодильної машини та необхідних для здійснення зворотного термодинамічного циклу, включає ще апарати, прилади, трубопроводи і споруди, необхідні для реалізації технологічних процесів при низьких температурах.

Холодильні установки знаходять усе ширше застосування у багатьох галузях промисловості, а розвиток деяких галузей не можна уявити без використання штучного охолодження.

У харчовій промисловості штучне охолодження забезпечує тривале збереження високої якості продуктів, що швидко псуються; і саме через недостатнє ще використання холоду у світі втрачається до 40% вироблених харчових продуктів.

Основним призначенням холодильного підприємства в харчовій промисловості є створення умов, що забезпечують збереження і високу якість продукції, що швидко псується, тваринного і рослинного походження. Це може бути успішно вирішено створенням безперервного холодильного ланцюга, тобто. комплексу технічних засобів, що забезпечують безперервний вплив низьких температур на продукти, що швидко псуються, починаючи з моменту їх виробництва (або заготівлі) до їх споживання.

Холодильник - це промислове підприємство, призначене для охолодження, заморожування та зберігання швидкопсувних продуктів. Холодильники мають характерні риси. У них обробляються і зберігаються продукти, що вимагають для свого збереження підтримки заданих температур нижче температури навколишнього середовища та певної

відносної вологості, а в деяких випадках – заданої рухливості повітря та певного повітрообміну або навіть певного складу газового середовища (наприклад, при зберіганні фруктів у середовищі з підвищеним вмістом діоксиду вуглецю або іншого газу).

Теплота та волога зовнішнього повітря прагнуть проникнути в холодильник, що вимагає створення спеціальних огорож для зменшення проникнення теплоти та вологи всередину приміщень та розробки методів усунення.

Великий обсяг вантажів, що переміщуються, і необхідність швидкого їх розвантаження вимагає широкого застосування транспортних засобів.

До холодильників висуваються високі санітарні вимоги.

Розподільчі холодильники призначені для рівномірного забезпечення міст та промислових центрів продуктами харчування, виробництво яких має сезонний характер, протягом усього року.

Розподільний холодильник характеризується великою місткістю приміщень для зберігання продуктів. У середніх та великих промислових центрах розподільні холодильники часто мають виробничі цехи: виробництва морозива, пельменів, фасування олії та ін. Такі підприємства називають холодокомбінатами.

У даному проекті для досягнення оптимальних економічних та екологічних параметрів на холодокомбінаті прийнято низку технічних рішень. Місткість холодильника Е = 3000т. Будівля холодильника одноповерхова. Для розподілу будівельних квадратів за приміщеннями холодильника вибрано сітку колон 6 х 6 метрів. Будівельний матеріал – цегла.

1.2. Вибір холодильного агента

У холодильній техніці застосовують переважно такі холодильні агенти: R717, R12, R22. Холодильні агенти, що застосовуються, повинні забезпечувати безпечну та економічну експлуатацію холодильної установки в цілому, у зв'язку з чим питання вибору холодильного агента є одним з найважливіших технічних рішень.

Зважаючи на те, що холодильник буде розташовуватися в межах міста, то виходячи з міркувань безпеки вибираємо холодильний агент R - 22, як найбільш безпечний холодильний агент.

Фреон 22 (R-22) - має хороші термодинамічні та експлуатаційні властивості. Робочі тиску конденсації та кипіння, об'ємна теплота кипіння R 22 майже такі ж, як у R717. При атмосферному тиску фреон 22 кипить при температурі - 40°С, замерзає при температурі -160°С.

Фреон 22 важкий безбарвний газ; його щільність у чотири рази більша за щільність повітря. При великій концентрації він витісняє повітря з приміщення, що може викликати задушення людини. Щільність рідкого холодоагенту при 0 °С дорівнює 1,285 кг/л.

Холодоагент R22 нешкідливий, хоча більш токсичний, ніж R12. Він не вибухонебезпечний і негорючий, але при дотику до поверхонь, нагрітих вище 550 °С, розкладається з виділенням хлористого та фтористого водню, а також слідів фосгену.

Фреон 22 дуже плинний, нейтральний до металів, є хорошим розчинником (розчиняє звичайну гуму), змиває з внутрішніх робочих поверхонь машини окалину, іржу, пісок та інші забруднення. Рідкий R22 має хорошу електропровідність.

Холодоагент R 22 і мастильні мінеральні олії розчиняються в будь-яких пропорціях у холодильних машинах на стороні високого тиску, утворюючи маслофреонову суміш, але на стороні низького тиску (при t=-10 °С …-20 °С) їх розчинність обмежена.

У верхній частині випарника знаходиться шар маслофреонової суміші з високою концентрацією олії у фреоні, у нижній частині випарника - шар з малою концентрацією олії у ньому.

Вода у фреоні 22 розчиняється слабо; вміст вологи допускається у ньому трохи більше 0,0025%. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні та конденсації фреону 22 вище, ніж у холодоагенту R12, на 25-30%, а об'ємна теплота кипіння - на 60%.

Фреон 22 використовується при температурі кипіння від -10 до -70 °С та температурі конденсації tк 50 °С у холодильних машинах середньої та великої холодопродуктивності.

Виходячи з цього як холодильний агент в даному проекті холодильної установки обраний фреон 22.

1.3. Вибір систем охолодження

Проектом передбачена безпосередня система охолодження із насосно – циркуляційною схемою з верхньою подачею холодильного агента до приладів охолодження. Таке технічне рішення найбільш вигідно, така безпосередня система охолодження проста, компактна, довговічна, не металомістка і з меншими енерговитратами.

Схема з безпосереднім охолодженням має ряд переваг у порівнянні з непрямою:

1) Температура кипіння вище, тому що значно менше перепад температур між киплячим холодоагентом і повітрям в камері, тому і відсутня перепад температур між проміжним холодоагентом і холодоагентом, зазвичай знаходиться в межах від чотирьох до шести градусів;

2) При охолодженні холодоносієм з'являється додаткова витрата електроенергії, обумовлена не тільки роботою приводу насосів, але і додатковим навантаженням на компресор, що виникає в результаті перетворення теплоти роботи насосів.

3) Холодильний агент практично не діє на чорні та кольорові метали, тим самим підвищуючи довговічність труб, і не вимагає капітальних витрат порівняно з розсільними трубопроводами, довговічність яких значно менша. Тому перевагу отримує система безпосереднього охолодження, так як економічніша за капітальними та експлуатаційними витратами, а так само як довговічніша, ніж система охолодження розсолом.

Насосна схема на відміну від без насосної має саморегулювання, це залежить від теплоприпливу до приладів охолодження та самовстановлюється. Застосування насоса в насосній схемі посилює циркуляцію рідкого холодильного агента (підвищує кратність циркуляції), що посилює ефект регулювання подачі та підвищує тепловіддачу випарника.

Перевага верхньої подачі рідкого холодильного агента над нижньою це мимовільне видалення олії та бруду з внутрішньої поверхні труб та малі гідравлічні опори.

1.4. Вибір компресорного та холодильного обладнання

Для холодильника ємністю Е > 1000т буде доцільним обрати

компресорні агрегати з урахуванням сучасних гвинтових компресорів.

Гвинтові компресорні агрегати останнього покоління мають сучасні прилади автоматики та контролю, що робить їх безпечними та простими в обслуговуванні. Варто відзначити, що гвинтові компресори мають ряд переваг у порівнянні з іншими типами компресорів:

1) відсутність деталей зі зворотно-поступальним рухом і швидкозношувані деталі (клапанів, поршневих кілець і т.д);

2) високий коефіцієнт корисної дії;

3) наявність пристрою для плавного регулювання холодопродуктивності;

4) виключення можливості гідравлічного удару;

5) компактність та простота;

6) великий міжремонтний цикл (40 – 60 тис. годин);

7) динамічно врівноважений;

8) можливість роботи в одноступінчастому режимі при великих ступенях стиснення.

1.5 Вибір типу конденсатора

Так як холодокомбінат знаходиться вдалині від моря і водойм то використання водяних конденсаторів недоцільно, це ускладнює і подорожчає експлуатацію, а так само викликає необхідність монтажних робіт з підведення та відведення води.

Тому для даної холодильної установки обраний повітряний конденсатор. Який буде встановлений окремо від компресорного цеху на металевій платформі.

1.6. Вибір приладів автоматизації

Схемою автоматики передбачені такі функції:

1) Система автоматичного захисту;

2) Система автоматичного управління та регулювання;

3) Система автоматичної сигналізації та дистанційного контролю параметрів.

Основним призначенням холодильного підприємства у харчовій промисловості є створення умов, що забезпечують безпеку та високу якість швидкопсувних продуктів. Це завдання можна вирішити створенням безперервної холодильної ланцюга, тобто. комплексу технічних засобів, що забезпечують безперервний вплив низьких температур на продукти, що швидко псуються, починаючи з моменту їх виробництва до їх споживання.

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1. Опис технологічного процесу

Наявність та послідовність технологічних операцій, які мають бути здійснені над вихідним продуктом, а також температура та вологість, за яких відбувається обробка, характеризує схемою технологічного процесу рис. 2.1.

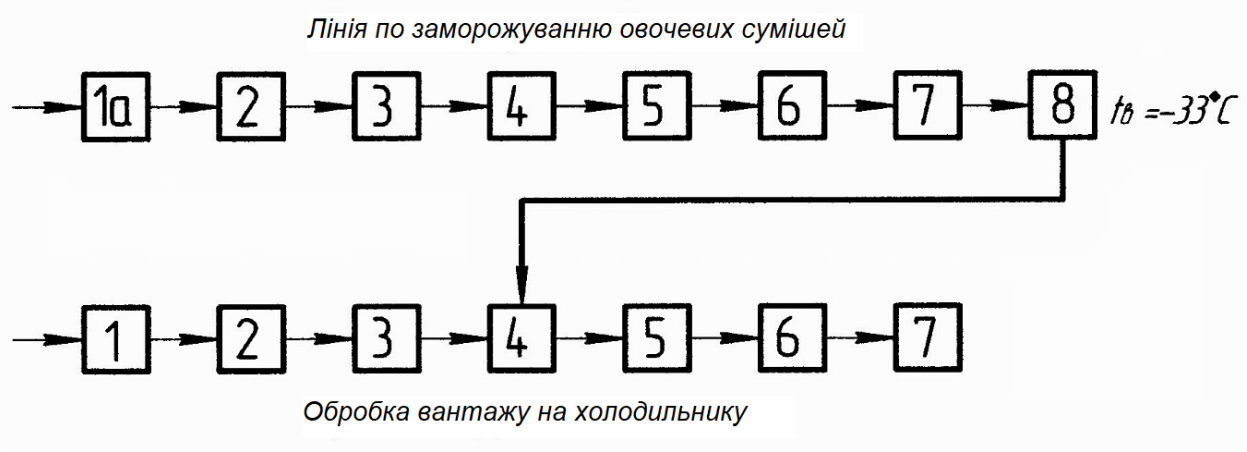

Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу

1а – приймання сировини;

2 – сортування;

3 – миття;

4 – різання;

5 – бланшування;

6 – сушіння;

7 – охолодження;

8 – заморожування.

1 – приймання вантажу;

2 - сортування;

3 – відвантаження та розподіл вантажу по камерах

4 – зберігання вантажу у камерах;

5 – експедиційні роботи;

6 – зважування;

7 – відвантаження на холодотранспорт

На холодокомбінат передбачено надходження наступних продуктів із температурами надходження $t_{ПОСТ.}$:

Морожені: риба($t_{ПОСТ.} = -10^0 C$);

м'ясо($t_{ПОСТ.} = -10^0 C$);

птахи($t_{ПОСТ.} = -15^0 C$);

овочі($t_{ПОСТ.} = -10^0 C$).

Охолоджені: овочі($t_{ПОСТ.} = +15^0 C$);

фрукти($t_{ПОСТ.} = +15^0 C$);

цитрусові($t_{ПОСТ.} = +15^0 C$).

Відповідно до схеми технологічного процесу розподіл вантажу, що надходить, відбувається наступним чином:

Після прийому проводитися сортування вантажу, воно необхідне, щоб розділити продукцію за сортами.

Після сортування продукція - м'ясо у напівтушах, птиця, риба, овочі, фрукти упаковані в картонні ящики та контейнери, розподіляються по камерах зберігання морозива та охолодженої продукції, та на заморожування у морозильні апарати. У процесі зберігання вантаж охолоджується до нижчої температури. Після зважування продукція надсилається в експедицію для тимчасового зберігання перед видачею замовнику.

Оскільки на холодокомбінаті передбачено заморожування овочевих сумішей, то процес заморозки відбувається у скороморозильних флюїдизаційних апаратах марки АСМФ – 300 у кількості 3шт. Ці апарати відносяться до апарату повітряного типу, в яких заморожування продукту відбувається у зваженому стані (принцип флюїдизації) в потоці повітря, що рухається вгору, що утворює повітряну подушку. Ці апарати призначені для швидкого заморожування будь-яких сипких продуктів: ягід, фруктів, овочів та ін.

Технічна характеристика АСМФ - 300:

Продуктивність по зеленому горошку, кг/год	300
Температура повітря на камері, °С	-30..-34
Температура продукту, °С	
- початкова	+20
- кінцева	-18
Час заморожування, хв	8…25
Холодоспоживання, кВт	40
Встановлена потужність без нагрівачів відтайки випарників, кВт	20
Габаритні розміри, мм	7500х2600х2300
Маса, кг	4000
Холодоагент	R22

2.2 Розрахунок площ та обґрунтування обраного планування холодильника

Визначаємо структуру ємностей холодильника за рекомендаціями типових холодильників.

Загальну ємність холодильника Ех розділимо на ємності приміщень для зберігання морожених та охолоджених вантажів. Приймаємо таку структуру ємності холодильника:

- 60% від ємності холодильника Ех, складають камери для зберігання морожених вантажів E^{-};

- 20% від ємності холодильника становлять універсальні камери зберігання вантажів $E^{\pm}$;

- 20% від ємності холодильника складають камери охолоджених вантажів E^{+};

$$E^{-} = 0.6 \cdot 3000 = 1800T$$
$$E^{\pm} = 0.2 \cdot 3000 = 600T$$
$$E^{+} = 0.2 \cdot 3000 = 600T$$

Загальна ємність холодильника, т:

$$E_X = E^{-} + E^{+} + E^{\pm} = 1800 + 600 + 600 = 3000 \text{ т}$$

Необхідний вантажний об'єм камер зберігання холодильника, $м^3$:

$$V_{гр} = \frac{E}{q_{v.усл.}}, м^3,$$

де: E - місткість камер зберігання, умовного вантажу, т;

$q_{v.усл.}$=0,35 - норма завантаження одиниці обсягу умовним вантажем, т .

Вантажний об'єм камери зберігання морожених вантажів $м^3$:

$$V^{-}{}_{гр} = \frac{E^{-}}{q_{v.усл.}} = \frac{1800}{0,35} = 5142 м^3.$$

Вантажний обсяг камери зберігання охолоджених вантажів $м^3$:

$$V^{+}{}_{гр} = \frac{E^{+}}{q_{v.усл.}} = \frac{600}{0,35} = 1714 м^3.$$

Вантажний обсяг універсальних камер зберігання вантажів, $м^3$:

$$V^{\pm}{}_{гр} = \frac{E^{\pm}}{q_{v.усл.}} = \frac{600}{0,35} = 1714 м^3.$$

Задаємося будівельною висотою камер холодильника та визначаємо вантажну висоту штабеля вантажу.

Для одноповерхових холодильників слід приймати висоту від 6 до 8 м. Приймаю $h_{стр} = 7м.$

$$h_{гр} = h_{стр} - (h_{ПО} + h_{в}) = 7 - 1 = 6м \ .$$

$$(h_{ПО} + h_{в}) \approx 1м \ .$$

Вантажна площа камер зберігання $м^2$:

$$F_{гр} = \frac{V_{гр}}{h_{гр}};$$

$$F_{гр}^{-} = \frac{V_{гр}^{-}}{h_{гр}} = \frac{5142}{6} = 857 м^2;$$

$$F_{гр}^{+} = \frac{V_{гр}^{+}}{h_{гр}} = \frac{1714}{6} = 285 м^2;$$

$$F_{гр}^{\pm} = \frac{V_{гр}^{\pm}}{h_{гр}} = \frac{1714}{6} = 285 м^2.$$

Будівельна площа камер зберігання, $м^2$:

$$F_{стр} = \frac{F_{гр}}{\beta_f};$$

$$F_{стр}^{-} = \frac{F_{гр}^{-}}{\beta_f} = \frac{857}{0,85} = 1008 м^2;$$

$$F_{стр}^{+} = \frac{F_{гр}^{+}}{\beta_f} = \frac{285}{0,85} = 335 м^2;$$

$$F_{стр}^{\pm} = \frac{F_{гр}^{\pm}}{\beta_f} = \frac{285}{0,85} = 335 м^2.$$

де $\beta_f = 0,85$ - коефіцієнт використання площі камер зберігання.

Будівельна площа, необхідна розміщення скороморозильних апаратів, $м^2$:

$$F_{стр}^{ма} = (2...5) \cdot F_{ап} \cdot n = 5 \cdot 19,5 \cdot 3 = 292,5 м^2;$$

$$F_{ап} = L \times B = 7,5 \cdot 2,6 = 19,5 м^2.$$

Площа експедиції, $м^2$:

$$F_{стр}^{экс} = \frac{0,5 \cdot G_{вып}}{q_f} = \frac{0,5 \cdot 88}{0,35} = 125 м^2;$$

де $G_{вып}$ – максимальний добовий випуск вантажу з холодильника, т;

q_f - Норма завантаження 1 $м^2$ будівельної площі, т/$м^2$.

Максимальний добовий випуск вантажу із холодильника, т/добу;

$$G_{вып} = \frac{E_X \cdot B \cdot m_{вып}}{256} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 1{,}5}{256} = 88$$, т/добу;

де: В = (5 ... 6) - оборотність вантажу в холодильнику, об / рік;

$m_{вып} = (1{,}2 - 1{,}5)$ - коефіцієнт нерівномірності випуску вантажу.

Максимальне добове надходження вантажу до холодильника, т/добу;

$$G_{пост} = \frac{E_X \cdot B \cdot m_{впост}}{365} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 2{,}5}{365} = 102$$, Т/добу;

де: В = (5 ... 6) - оборотність вантажу в холодильнику, об / рік;

$m_{вып} = (1{,}2 - 2{,}5)$ - коефіцієнт нерівномірності випуску вантажу.

Сумарна будівельна площа холодильника $м^2$:

$$\sum F_{стр} = F^{-}_{стр} + F^{+}_{стр} + F^{\pm}_{стр} + F^{м.а}_{стр} + F^{экс}_{стр} =$$

$$= 1008 + 335 + 335 + 292{,}5 + 125 = 2095{,}5 м^2.$$

Загальна площа холодильника, $м^2$:

$$F_{хол} = \frac{\sum F_{стр}}{\eta_{хол}} = \frac{2095{,}5}{0{,}8} = 2619 м^2;$$

де $\eta_{хол}$ =0,8 – коефіцієнт використання площі холодильника.

Для спрощення виконання планування необхідно визначити кількість будівельних квадратів, необхідних для розміщення камер зберігання морожених вантажів (n^{-}), охолоджених вантажів (n^{+}), універсальних камер $(n^{\pm})$, камер скороморозильних апаратів $(n^{ап})$, експедиції $(n^{экс})$, прийнявши стандартний крок колон (6*6).

$$n = \frac{F_{стр}}{f};$$

де: n - кількість будівельних квадратів;

$F_{стр}$ - будівельна площа камер зберігання $м^2$;

f - Будівельна площа одного будівельного прямокутника, $м^2$, (6х6 = 36).

$$n^{-} = \frac{F^{-}_{стр}}{f} = \frac{1008}{36} = 28;$$

$$n^{+} = \frac{F^{+}_{стр}}{f} = \frac{335}{36} = 9;$$

$$n^{\pm} = \frac{F^{\pm}_{стр}}{f} = \frac{335}{36} = 9;$$

$$n^{ма} = \frac{F^{ма}_{стр}}{f} = \frac{292,5}{36} = 8;$$

$$n^{экс} = \frac{F^{экс}_{стр}}{f} = \frac{125}{36} = 3.$$

Прийнявши ширину холодильника Вх = 48 (кратна 12м), визначаємо довжину Lх, м:

$$L_X = \frac{F_X}{B_X} = \frac{2619}{48} = 54 м.$$

Приймаю $L^{д}_{X} = 60 м$.

Співвідношення сторін: L: B = 60: 48 = 1,25: 1.

Дійсна площа холодильника $м^2$:

$$F_{действ} = B_X \cdot L^{д}_{X} = 48 \cdot 60 = 2880 м^2.$$

Приймаю:

- 3 камери зберігання морожених вантажів:

$$F_1 = 288 м^2; F_2 = 288 м^2; F_3 = 432 м^2.$$

- 2 камери зберігання універсальних вантажів:

$$F_4 = 144 м^2; F_5 = 144 м^2.$$

- камера зберігання охолоджених вантажів:

$$F_6 = 360 м^2.$$

- камера експедиції:

$$F_{экс} = 72 м^2.$$

- приміщення для морозильних апаратів:

$$F_{ма} = 324 м^2.$$

- технологічний цех:

$$F = 216 м^2$$

- 1 коридор.

- 1 вестибюль.

Планування камер холодильника представлено рис. 2.2.

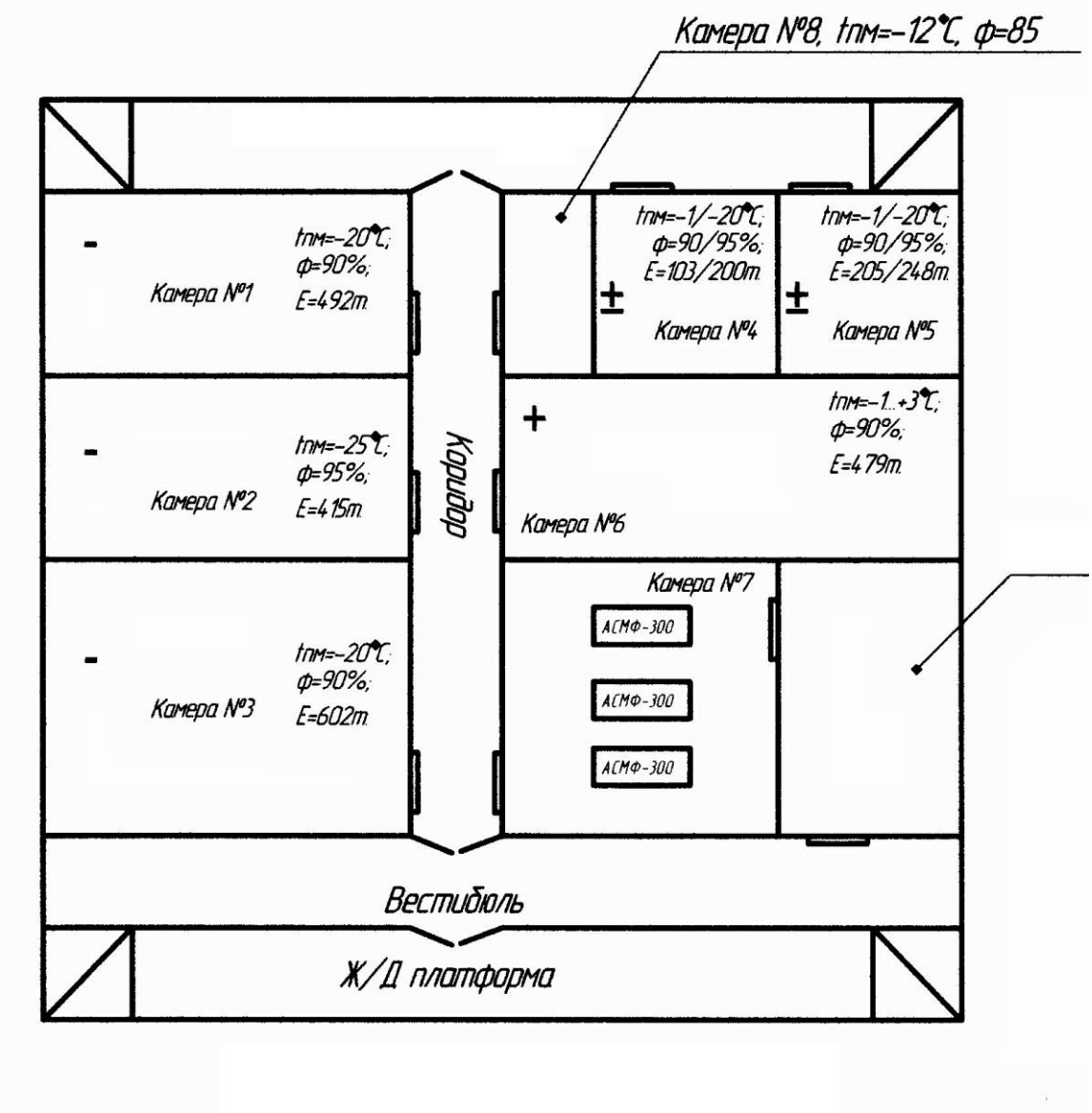

Рисунок 2.2 - планування камер холодильника

Дійсна ємність холодильника.

Дійсна ємність камери визначається залежно від видо тору, способу укладання (піддони, контейнери і т.д.) і висота штабеля вантажу:

$$E_д = F_{стр} \cdot \beta_f \cdot h^д_{гр} \cdot q_{v.действ},$$

де: $E_д$ - дійсна ємність камери, т;

$F_{сир}$ - дійсна ємність камери (приймаємо по сітці колон);

β_f - коефіцієнт використання будівельної площі камери;

$h^д_{гр}$ - висота штабеля вантажу, м (з урахуванням використання стандартної тари);

$q_{v.действ}$ - норма завантаження одиниці обсягу дійсним (конкретним) вантажем, т.п.

Камера №1. Камера зберігання морожених вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -20^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – риба морожена;

Тара – гофракартонний ящик;

Спосіб укладання – пакетний;

$q_{v.действ} = 0{,}45$ т/$м^3$;

$\beta_f = 0{,}8$;

$F_{стр} = L \times B = 24 \times 12 = 288 м^2$;

$h_{ящ} = 0{,}2 м$;

$h_{поддон} = 0{,}15 м$;

$h_{пак} = h_{ящ} \cdot n_{ящ} + h_{подон} = 0{,}2 \cdot 4 + 0{,}15 = 0{,}95 м$;

$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 0{,}95 \cdot 5 = 4{,}75 м$;

$E_д = 288 \cdot 0{,}8 \cdot 4{,}75 \cdot 0{,}45 = 492$ т.

Камера №2. Камера зберігання морожених вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -25^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 95\%$;

Продукт – птах, свинина жирна морожена;

Тара – дощата скринька;

Спосіб укладання – пакетний;

$$q_{v.действ} = 0{,}38 \text{ т}/м^3;$$
$$\beta_f = 0{,}8;$$
$$F_{стр} = L \times B = 24 \times 12 = 288 м^2;$$
$$h_{ящ} = 0{,}19 м;$$
$$h_{поддон} = 0{,}15 м;$$
$$h_{пак} = h_{ящ} \cdot n_{ящ} + h_{подон} = 0{,}19 \cdot 4 + 0{,}15 = 0{,}95 м;$$
$$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 0{,}95 \cdot 5 = 4{,}75 м;$$
$$E_д = 288 \cdot 0{,}8 \cdot 4{,}75 \cdot 0{,}38 = 415 \text{ т.}$$

Камера №3. Камера зберігання морожених вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -20^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – м'ясо у напівтушах;

Тара - стійковий піддон;

Спосіб укладання – пакетний;

$$q_{v.действ} = 0{,}33 \text{ т}/м^3;$$
$$\beta_f = 0{,}8;$$
$$F_{стр} = L \times B = 24 \times 18 = 432 м^2;$$
$$h_{ящ} = 1{,}76 м;$$
$$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1{,}76 \cdot 3 = 5{,}28 м;$$

Приймаю 3 яруси за висотою;

$$E_д = 432 \cdot 0{,}8 \cdot 5{,}28 \cdot 0{,}33 = 602 \text{ т.}$$

Камера №4. Універсальна камера зберігання вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -20^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 95\%$;

Продукт – м'ясо у напівтушах;

Тара - стійковий піддон;

Спосіб укладання – пакетний;

$q_{v.действ} = 0{,}33$ т/$м^3$;

$\beta_f = 0{,}8$;

$F_{стр} = L \times B = 12 \times 12 = 144 м^2$;

$h_{ящ} = 1{,}76 м$;

$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1{,}76 \cdot 3 = 5{,}28 м$;

Приймаю 3 яруси за висотою;

$E_д = 144 \cdot 0{,}8 \cdot 5{,}28 \cdot 0{,}33 = 200$ т.

Камера №5. Універсальна камера зберігання вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -1^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – овочі охолоджені;

Тара – контейнер;

Спосіб укладання – пакетний;

$q_{v.действ} = 0{,}3$ т/$м^3$;

$\beta_f = 0{,}8$;

$F_{стр} = L \times B = 12 \times 12 = 144 м^2$;

$h_{ящ} = 1 м$;

$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1 \cdot 3 = 3 м$;

Приймаю 3 яруси за висотою;

$E_д = 144 \cdot 0{,}8 \cdot 3 \cdot 0{,}3 = 103$ т.

Камера №6. Універсальна камера зберігання вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -20^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – овочі морожені;

Тара – картонний ящик;

Спосіб укладання – пакетний;

$$q_{v.действ} = 0,4 \text{ т/}м^3;$$
$$\beta_f = 0,8;$$
$$F_{стр} = L \times B = 12 \times 12 = 144 м^2;$$
$$h_{ящ} = 0,3 м;$$
$$h_{пак} = h_{ящ} \cdot n_{ящ} + h_{подон} = 0,3 \cdot 4 + 0,15 = 1,35 м;$$
$$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1,35 \cdot 4 = 5,4 м;$$
$$E_д = 144 \cdot 0,8 \cdot 5,4 \cdot 0,4 = 248 \text{ т.}$$

Камера №7. Універсальна камера зберігання вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = -1^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – фрукти охолоджені;

Тара – картонний ящик;

Спосіб укладання – пакетний;

$$q_{v.действ} = 0,36 \text{ т/}м^3;$$
$$\beta_f = 0,8;$$
$$F_{стр} = L \times B = 12 \times 12 = 144 м^2;$$
$$h_{ящ} = 0,3 м;$$
$$h_{пак} = h_{ящ} \cdot n_{ящ} + h_{подон} = 0,3 \cdot 5 + 0,15 = 1,65 м;$$
$$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1,65 \cdot 3 = 4,95 м;$$
$$E_д = 144 \cdot 0,8 \cdot 4,95 \cdot 0,36 = 205 \text{ т.}$$

Характеристика камер холодильника зведено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристика камер холодильника

Номер та призначення камери	Назва ватажу.	Температура в приміщенні, $t_{ПМ}, {}^0C$.	Вологість в приміщенні φ, %.	Висота вантажу, $h_{гр}, м.$	Дійсна густина каладки вантажу, q_V, т/м^3.	Дійсна вмістимість камер, E, т.	Тара
1.Мороженний продукт.	Риба.	-20	90	4,75	0,45	492	Гофракартона тара.
2.Мороженний продукт.	Птахи, свинина жирна	-25	95	4,75	0,38	415	Дошкова тара.
3.Мороженний продукт.	М'ясо в напівтушах	-20	90	5,28	0,35	602	Стоячий піддон.
4.Універсальна камера.	М'ясо в напівтушах	-20	95	5,28	0,35	200	Стоячий піддон.
	Овочі охолоджені	0…-1	90	3	0,3	103	Контейнер дерев'яний
5.Універсальна камера.	Овочі морожені	-20	90	5,4	0,4	248	Картонна тара.
	Фрукти охолоджені	0…-1	90	4,95	0,36	205	Картонний ящик.
6.Охолоджений продукт.	Цитрусові	-1…+3	90	5,2	0,32	479	Картонний ящик.
7.Морозильні апарати АСМФ-300, 3шт.	Овочі	-30…-34				G=20 т/сут.	
8.Експедиція.		-12	85				

Камера №8. Універсальна камера зберігання вантажів;

Температура приміщення $t_{пм} = +3^0 C$;

Відносна вологість повітря $\varphi = 90\%$;

Продукт – цитрусові;

Тара – картонний ящик;

Спосіб укладання – пакетний;

$q_{v.действ} = 0{,}32$ т/$м^3$;

$\beta_f = 0{,}8$;

$F_{стр} = L \times B = 12 \times 30 = 360 м^2$;

$h_{ящ} = 0{,}286 м$;

$h_{пак} = h_{ящ} \cdot n_{ящ} + h_{подон} = 0.285 \cdot 4 + 0{,}15 = 1{,}30 м$;

$h_{гр} = h_{пак} \cdot n_{пак} = 1{,}30 \cdot 4 = 5{,}2 м$;

$E_д = 360 \cdot 0{,}8 \cdot 5{,}2 \cdot 0{,}32 = 479$ т.

Загальний вид розташування обладнання приведено на рис. 2.3.

2.3 Вантажний фронт холодильника

Включає холодотранспорт і всі засоби механізації холодильника.

На холодильнику передбачені платформи для завантаження та розвантаження продуктів.

Добове надходження; т/добу.

$$G_{пост} = \frac{E_X \cdot B \cdot m_{пост}}{365} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 1{,}5}{365} = 61 \text{ т/добу;}$$

де: В = (5 ... 6) - оборотність вантажу в холодильнику, об / рік;

$m_{вип} = (1{,}5 - 2{,}5)$ - коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу.

Добова видача; т/добу.

$$G_{пост} = \frac{E_X \cdot B \cdot m_{выпуск}}{365} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 1{,}5}{365} = 61 \text{ т/добу;}$$

де В = (5 ... 6) - оборотність вантажу в холодильнику, об / рік;

$m_{вип} = (1{,}1 - 1{,}5)$ - Коефіцієнт нерівномірності випуску вантажу.

$$\sum G_{пост} = G_{пост}^{Авто} + G_{пост}^{Ж/Д} = 42{,}7 + 18{,}3 = 61 \text{ т/добу.}$$

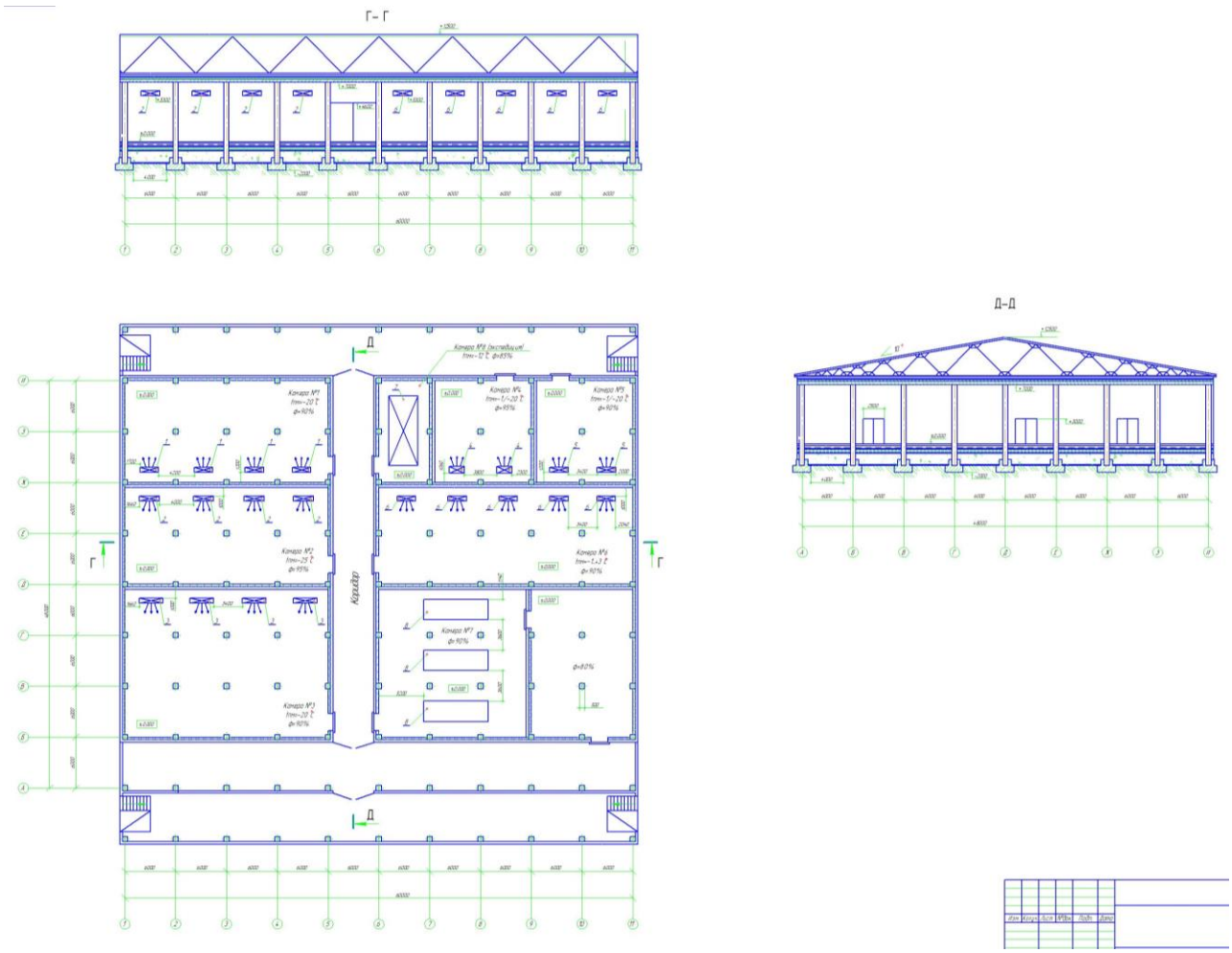

Рисунок 2.3 – загальний вигляд проектованого цеху заморожування овочів.

$$\sum G_{выдачи} = G^{Авто}_{выдачи} + G^{Ж/Д}_{дввыдач} = 51{,}2 + 12{,}8 = 64 \text{ т/добу.}$$

Доставка та видача вантажу здійснюватиметься автотранспортом та залізничним транспортом. транспортом.

Задаємось часткою холодотранспорту зазначеного в таблиці 2.2;

Таблиця 2.2 – Частка холодостранспорту

Операції	Види холодотранспорта	
	Автотранспорт	Ж/Д транспорт
поступлення	70%	30%
видача	80%	20%

Кількість вантажу, що обробляється автотранспортом.

$$G_{авто} = G_{пост} \cdot 0{,}7_{(А)} + G_{выдачи} \cdot 0{,}8_{(А)} = 61 \cdot 0{,}7 + 64 \cdot 0{,}8 = 93{,}9 \text{ т/добу.}$$

Кількість вантажу, що обробляється автотранспортом.

$$G_{авто} = G_{пост} \cdot 0{,}3_{(Ж)} + G_{выдачи} \cdot 0{,}2_{(Ж)} = 61 \cdot 0{,}3 + 64 \cdot 0{,}2 = 32{,}1 \text{ т/добу.}$$

Визначення довжини платформи для автотранспорту;

$$L_{Авт} = \frac{G_{Авт} \cdot B_{Авт} \cdot \varphi_{пер} \cdot \tau_a \cdot m_a}{g_a \cdot \eta_{исп.а} \cdot 8} = \frac{93{,}9 \cdot 3{,}5 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}2}{3 \cdot 0{,}8 \cdot 8} = 10{,}8м$$

Приймаю $L_{Авт} = 58м.$

де: G_a - кількість вантажу, що випускається та надходить через автотранспорт, Т/сут.

τ_a- час завантаження та вивантаження однієї машини, (0,5…0,75)години.

$\varphi_{пер}$- Частка машин оброблюваних за першу зміну, (0,5 ... 0,7).

$B_{Авт}$ - Ширина кузова автотранспорту, (3,5 ... 4) м.

g_a - Вантажопідйомність однієї машини, 3т.

$\eta_{исп.а.}$- Коефіцієнт використання автотранспорту, (0,6 ... 0,8).

Визначення довжини платформи для залізничного транспорту;

$$L_{Ж/Д} = \frac{G_{Ж/Д} \cdot l_{вагона} \cdot m_{вагона}}{g_{Ж/Д} \cdot n} = \frac{31.1 \cdot 20 \cdot 1.5}{25 \cdot 2} = 18{,}7м,$$

Приймаю $L_{Ж/Д} = 60м.$

де: G_a- кількість вантажу що випускається і надходить через Ж/Д транспорт, Т/добу.

$l_{вагона}$ - Довжина вагона, 20м.

$m_{вагона}$ - Коефіцієнт нерівномірності подачі вагонів, 1,5…2.

$g_{Ж/Д}$ - Вантажопідйомність вагона, 25 ... 30Т.

n – кількість подачі вагонів на добу, 1…4.

Розрахунок числа механізмів для вантажних робіт;

$$n_{мех} = \frac{\left[(\sum G_{пост} + \sum G_{вып}) \cdot 10\%\right] \cdot \tau_{цикла} \cdot \varphi_{пер} \cdot 1{,}2}{g_{мех} \cdot \eta_{исп} \cdot 480} =$$

$$\frac{\left[(61+64) \cdot 10\%\right] \cdot 10 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2}{1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 480} \approx 3$$

де: $\sum G_{пост}$ - Сумарне надходження вантажу на холодильник усіма видами транспорту, т/добу.

$\sum G_{выпуска}$- сумарний випуск вантажу на холодильник усіма видами транспорту, т/добу.

$\tau_{цикла}$- Тривалість циклу роботи одного механізму за хвилину, (6…10).

$\varphi_{пер}$- частка всього обсягу вантажних робіт, що виконуються за першу зміну, (0,5…0,7).

1,2 – коефіцієнт запасу.

$g_{механизма}$ - Вантажопідйомність одного механізму, (0,5 ... 2) т.

$\eta_{исп}$ - Коефіцієнт використання вантажопідйомності механізму, (0,7 ... 0,8).

З урахуванням ремонту приймаю 4 електронавантажувачі фірми "РЕКОРД", марки 1S, з вантажопідйомністю 3,5т.

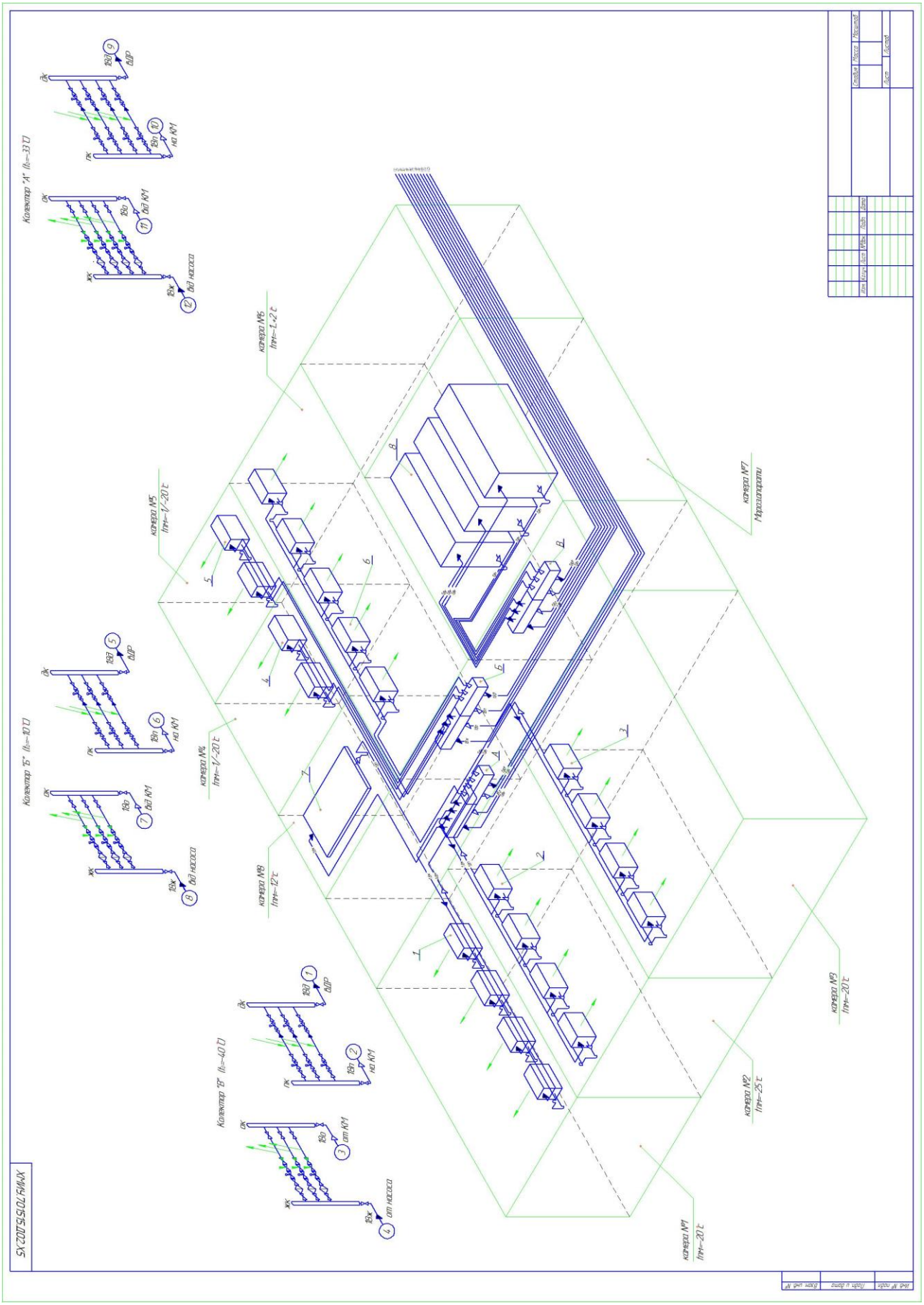

Рисунок 2.4 – загальний вигляд трубопроводів для цеху.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Автоматизація холодильної установки

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, які частково або повністю виключають присутність людей у тому чи іншому технологічному процесі.

Останнім часом велика увага в розробці та експлуатації холодильного обладнання приділяється різним видам її автоматизації. Системи автоматичного регулювання, контролю та захисту здатні скоротити при експлуатації до мінімуму кількість обслуговуючого персоналу і цим зменшити витрати на утримання холодильника в цілому.

Автоматизацію холодильної установки здійснюють з метою підвищення економічної ефективності та забезпечення безпеки робіт обслуговуючого персоналу. Підвищення економічної ефективності досягається внаслідок зменшення експлуатаційних витрат та витрат на ремонт обладнання, а безпека експлуатації – застосуванням автоматичних пристроїв, що захищають холодильну установку від роботи у небезпечних режимах.

Система автоматизації побудована за принципом: датчик – задатчик – регулюючий елемент – виконавчий механізм.

У загальному випадку система автоматизації виконує три основні функції:

-система автоматичного захисту;

-система дистанційного контролю параметрів роботи холодильної установки;

-система автоматичного регулювання

Загальний вигляд трубопроводів та обладнання, яке підлягало автоматизації приведено на рис. 3.1

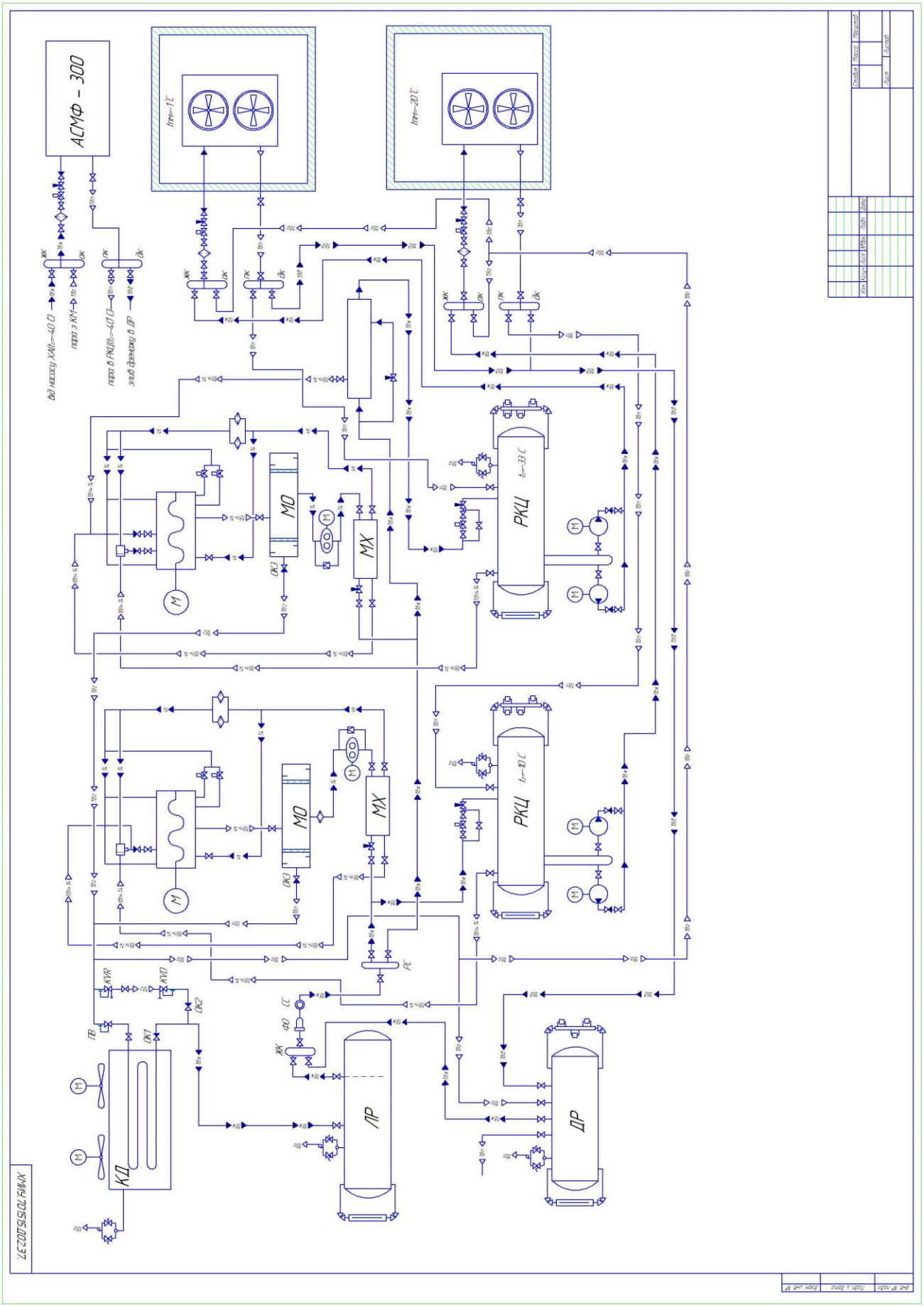

Рисунок 3.1 – Схема руху холодоагента в цеху, що підлягав автоматизації.

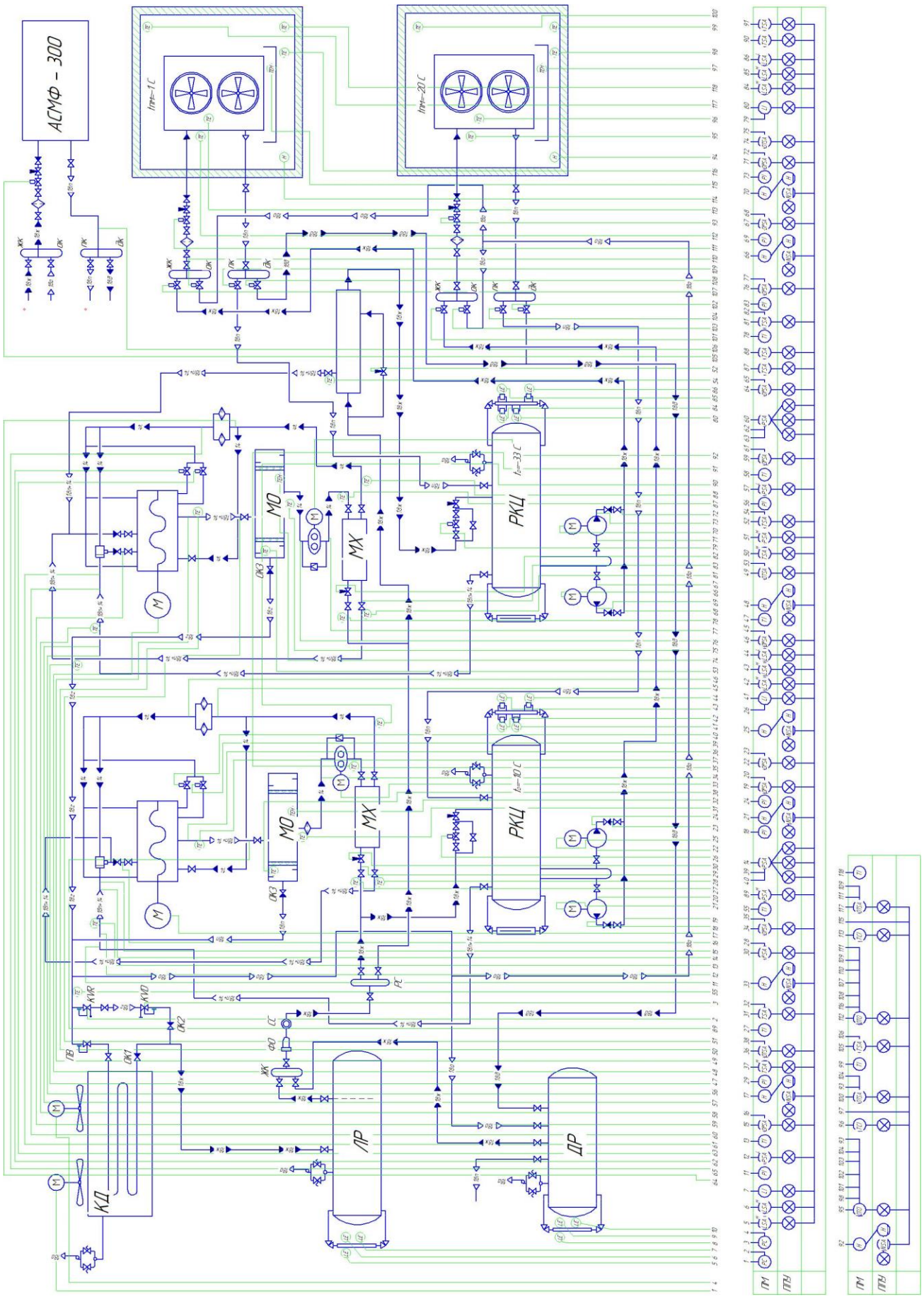

Рисунок 3.2 – Функціональна схема автоматизації холодильної установки

3.2 Система автоматичного захисту

У процесі експлуатації холодильної установки можливі різні несправності в системах (відхилення від оптимального режиму роботи холодильної установки), що може призвести до небезпечних режимів роботи холодильної установки: підвищення тиску та температури нагнітання, зниження тиску всмоктування, підвищення температури олії після масляного холодильника, підвищення рівня рідини в апаратах, припинення змащування пар, що труться, падіння тиску в системі мастила компресорів, відсутність охолоджуючої води і т.д. Без вживання своєчасних заходів можливі пошкодження або руйнування компресорів, теплообмінних апаратів або інших елементів монтажу.

У холодильній установці, що проектується, передбачається такі види захисту:

1. Захист компресора від зниження тиску всмоктування. Забезпечується реле низького тиску RT1 (позиція 12 та 57). При досягненні тиску всмоктування посилається сигнал на відключення електродвигуна компресора і включення сигнальної лампи на щиті управління, а також включення звукової сигналізації.

2. Захист компресора від зниження різниці тиску в системі мастила. Захист забезпечується реле контролю мастила MP55 (позиції 15, 16, 34, 35, 45, 46) та (59, 61, 64, 65, 77, 76). При спрацьовуванні захисту відбувається відключення електродвигуна компресора та включається світлова та звукова сигналізація. Під час запуску передбачається блокування цього захисту на 15 секунд.

3. Захист компресора від підвищення тиску нагнітання. Забезпечується реле тиску RT5 (позиції 89 та 51). При спрацьовуванні даного захисту

відбувається відключення електродвигуна компресора та включення сигнальної лампи на щиті управління, а також увімкнення звукової сигналізації.

4. Захист компресора від підвищення температури нагнітання. Забезпечується температурним реле RT107 (позиція 37 та 50). При спрацьовуванні захисту відбувається відключення електродвигуна компресора та включення світлової та звукової сигналізації.

5. Захист компресора від підвищення температури масла.

Забезпечується температурним реле Danfoss RT101 (позиція 87, 88 та 90, 91). При його спрацьовуванні відбувається відключення двигуна компресора та включення світлової та звукової сигналізації.

6. Захист гвинтового компресора передбачає захист компресора від низької температури олії. Захист здійснюється за допомогою температурного реле RT101 (позиції 31 і 75), при спрацьовуванні якого не відбувається включення електродвигуна компресора, а включаються тени, розташовані в масловідділювачі (прогрів масла здійснюється до досягнення значення 15°С). Також включається світлова та звукова сигналізації.

7. Захист циркуляційного, лінійного та дренажного ресивера від перевищення значення максимального рівня фреону для запобігання попаданню рідкого холодильного агента у всмоктуючий трубопровід компресора. Здійснюється за допомогою реле рівня Danfoss AKS38 (позиції 5, 6, 8, 9 та 42, 43, 84, 85). При спрацьовуванні цих приладів вимикається електродвигун компресора та включається світлова та звукова сигналізація.

8. Захист насосів холодильного агента від втрати продуктивності. Здійснюється по різниці тиску нагнітання та всмоктування (позиції 19, 20 та

67, 68). Захист організується з допомогою диф. реле тиску насоса МР55. При досягненні неприпустимого перепаду тиску реле вимикає електродвигун компресора, одночасно включається світлова та звукова сигналізація.

9. На всіх електродвигунах, що входять до складу холодильної установки, передбачено вбудований електрозахист, в який входить теплове реле.

10. На всіх апаратах та судинах холодильної установки передбачені здвоєні запобіжні клапани, з'єднані до загальної аварійної лінії (18 а).

Система автоматичного захисту не допускає холодильної установки в аварійному режимі. Тим самим забезпечується безпека експлуатації та збереження обладнання. Автоматичний захист повинен мати високий ступінь надійності, це досягається включенням дублюючих приладів з однаковими уставками та додаткових приладів зі уставками нижче аварійних, а також застосуванням приладів автоматики, що мають більш високий ступінь надійності. Дія автоматичного захисту зводиться до виключення холодильної установки в цілому або окремих її складових при досягненні небезпечних значень будь-яких контрольованих параметрів, як вибирають ті параметри, які дають найбільш повну інформацію про відхилення в роботі холодильної установки від оптимального режиму роботи.

Після повернення параметра в нормальне положення автоматичне включення холодильної установки в роботу заборонено до з'ясування причин спрацьовування захисту та усунення причин її виклику.

Примітка. Захист компресорів та апаратів, що входять до складу холодильної установки, але не вказаних на схемі, аналогічна переліченим вище.

3.3 Система автоматичного регулювання та управління

Системи автоматичного регулювання передбачає пуск та зупинку холодильної машини для досягнення встановлених параметрів; зміна холодопродуктивності компресорів залежно від теплового навантаження; заповнення апаратів та судин холодильним агентом.

При запуску проводиться пуск масляного насоса компресора (позиція 33 і 92) (насос працює до досягнення тиску масляної системи порядку 11-13 кг/см2).

При подачі електричного живлення на контакти магнітного пускача електродвигуна компресорів (позиція 17 та 48) відкривається соленоїдний вентиль EVR3 подачі холодильного агента до приладів охолодження (позиції 93 та 111).

Автоматизація процесу регулювання холодопродуктивності компресорів зводиться до зміни положення поршня золотникового пристрою за допомогою гідросистеми. Напрямком переміщення золотникового пристрою керують соленоїдні вентилі EVR3 (позиції 39, 40 та 62, 63) залежно від тиску всмоктування.

Регулювання температури повітря в камері потрібне для збереження якості зберігання продуктів. Регулювання забезпечується за допомогою датчика температури Danfoss RT11 (позиції 100 та 117).

При досягненні необхідної температури в камері подається сигнал на закриття соленоїдних вентилів на вході та на виході з приладів охолодження, і вони вимкнуться з роботи. При підвищенні температури в камері на величину виставленого диференціала здійснюється включення охолоджуючих приладів в роботу шляхом відкриття соленоїдного вентиля (позиція 93 і 111).

Заповнення циркуляційного ресиверів здійснюється за допомогою датчика рівня AKS41 (позиції 41 та 80) та соленоїда EVR3 (позиції 26 та 79). Застосування цієї електронної системи регулювання рівня дає більш точне

заповнення судини, і навіть практично виключає роботу компресора вологим ходом.

Відтавання повітроохолоджувачів проводиться за допомогою гарячої пари, що подаються з нагнітальної лінії компресора після масловідділювача. Вхід у відтавання проводиться за допомогою диференціального реле температури (позиція 95, 98 і 112, 116), яка сприймає температуру повітря на вході та виході в охолоджувач повітря, тобто. при зниженні налаштованої різниці температур здійснюється закриття соленоїдного вентиля (позиція 101 і 107) подачі рідкого фреону в повітроохолоджувач, після витримки часу проводиться закриття соленоїдного вентиля на лінії відсмоктування парів (позиція 104 і 109) і зупиняється вентилятори повітря позиція 103 та 110), відкривається соленоїдний вентиль зливу дренажу (позиція 102 та 108), одночасно включаються ТЕНи обігріву піддону (позиція 97 та 115). Злив дренажу холодильного агента йде до дренажного ресивера.

3.4. Система автоматичної сигналізації та дистанційного контролю параметрів

У проектованій холодильній установці передбачаємо такі види сигналізації: аварійну (лампи загоряються червоним кольором) і робочу (лампи загоряються зеленим кольором) із зазначенням параметрів, що контролюються. Вся сигналізація зосереджена на моніторі персонального комп'ютера.

Аварійна сигналізація передбачає контроль наступних параметрів: низького тиску всмоктування компресора, високого тиску нагнітання компресора, перепаду тиску мастила в масляній системі, високої температури нагнітання, високої температури масла після масляного холодильника, аварійного рівня холодоагенту в циркуляційному та лінійному ресивері.

Робоча сигналізація забезпечує інформацію про роботу агрегатів, наявність напруги у ланцюгах схем автоматизації. Така сигналізація

забезпечується магнітними пускачами цих апаратів або відповідними термореле та реле рівня.

Робоча сигналізація інформує про наступні параметри роботи холодильної установки: режими роботи компресорів, робочі режими насосів холодильного агента, високого та низького рівня в лінійному та циркуляційному ресиверах.

Сигналізація здійснюється лампочками на щиті керування. Під час аварійної сигналізації передбачена світлова індикація на дисплеї комп'ютера, а також звуковий супровід, а при робочій лише світлова індикація.

У камері холодильника встановлюється кнопка "людина в камері", при натисканні якої загоряється лампочка на дисплеї комп'ютера та подається звуковий сигнал.

На дисплеї комп'ютера відображаються наступні індикації роботи холодильної установки:

- робота компресора
- Робочий рівень у циркуляційному ресивері;
- максимальний рівень у циркуляційному ресивері;
- максимальний рівень у лінійному ресивері;
- робота насосів холодильного агента;
- Втрата тиску в насосі холодильного агента;
- відтаювання по камерах;
- Чоловік у камері.

Перелік приладів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів, що використовуються на холодильній установці, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Прилади автоматики

Позначення на кресленні	Найменування приладу	Марка приладу	Технічна характеристика	Місце встановлення на холодильній установці	Налаштування
12, 57	Реле тиску	RT1	-0.8…5 кг/см^2	Всмоктуючий трубопровід компресора	0,5 кг/см^2
37, 50	Реле тиску	RT5	4…17 кг/см^2	Нагнітальний трубопровід компресора	13,5 кг/см^2
36, 49	Реле температури	RT107	+70…+150ºС	Нагнітальний трубопровід компресора	95 ºС
15, 16, 59, 61	Диференціальне реле тиску	MP55	-1…12 кг/см^2	Всмоктуючий трубопровід компресора	1,5 кг/см^2
31, 75	Датчик температури	RT101	+25…+90ºС	Масловідділювач	45 ºС
41, 80	Датчик рівня	AKS41	0…50%	Циркуляційний ресивер	0,15V
7	Датчик рівня	AKS41	0…80%	Лінійний ресивер	0…0,5V
42, 43, 44, 84, 85, 86	Поплавкове реле рівня	AKS38		Циркуляційний ресивер	0,3V
5, 6	Поплавкове реле рівня	AKS38		Лінійний ресивер	0,5V
26, 79	Соленоїд	EVR3		Циркуляційний ресивер	
100, 117	Датчик температури	RT11	-20…0ºС	Камера зберігання	В залежності від режиму
11, 18, 73, 56, 69, 73	Манометр	АВМУ - 1	-0,1…25кг/см^2	Апарати та ємності холодильної установки	
17, 21, 25, 33, 48, 66, 70, 92	Магнітний пускач	ПМЕ-220		Електродвигуни компресорів, насосів	

3.5. Програмне рішення та опис скада системи для керування холодильною установкою.

Складний процес охолодження визначається змінною кількістю циклів. Кожен цикл визначається послідовністю пауза-охолодження-пауза-розморожування. Мінімальна кількість циклів у процесі – три цикли, а максимальна – сім циклів.

Період розморожування та паузи однакові для всіх циклів і визначаються користувачем. Період охолодження в кожному циклі визначається окремо після вибору кількості циклів. Перед початком програмування системи для охолодження необхідно скласти список змінних. Список включає фізичні та віртуальні змінні вводу/виводу, використані пізніше в програмі та, і наведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Список змінних у програмі

Device	I/O signal	Name
EASY 822-DC-TCX (Main base)	I1	Local start/stop
	I2	Local/remote
	I3	Compressor 1 active
	I4	Comp. 1 motor protection fault
	I5	Comp. 1 oil protection fault
	I6	Evaporator 1 fan mot. prot. fault
	I7	Condenser 1 fan mot. prot. fault
	I8	Compressor 2 active
	I9	Comp. 2 motor protection fault
	I10	Comp. 2 oil protection fault
	I11	Evaporator 2 fan mot. prot. fault
	I12	Condenser 2 fan mot. prot. fault
	Q1	Refrigeration period activation
	Q2	Defrost period activation
	Q3	Pause period activation
	Q4	End of process
	QA1	Speed reference - evaporator fans
EASY 411-DC-ME (Analog module)	AI1	Evaporators' inlet temperature
	AI2	Evaporators' outlet temperature
	AI3	Suction line pressure
	AI4	Discharge line pressure
	AI5	Actual evaporator fan speed
	AI6	Actual condenser fan speed
	AO1	Speed reference - condenser fans
	AO2	(optional for compressor speed ref.)

Програмування коду процесу виконується в пакеті програм EASY Soft-Pro 6. Він використовується для налаштування зв'язку, визначення змінних і написання коду процесу. З метою полегшення розробки, код розбитий на кілька основних розділів. Протокол зв'язку, відомий як мережа easyNET (послідовний інтерфейс RS232), був обраний для відправки/отримання даних між інтерфейсом HMI (кінцевим користувачем) і пристроєм PLC.

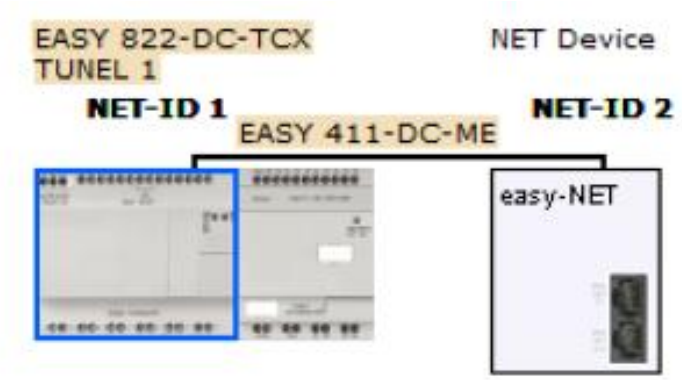

Рисунок 3.3 - Вибір обладнання для проектування проекту тунелю заморожування в easySOFT pro версії 6.9.

Перша частина принципової схеми включає отримання кількості циклів з easyNET і передачу його в пам'ять у easy822 (блок GT01). Блоки порівняння CP01 і CP02 використовуються для перевірки правильності вибору кількості циклів. Якщо умова перевірки виконується, встановлюється умовний маркер M10. Це показано на рис. 3.4. На основі введених користувачами даних програма виконує кількість циклів від SCADA.

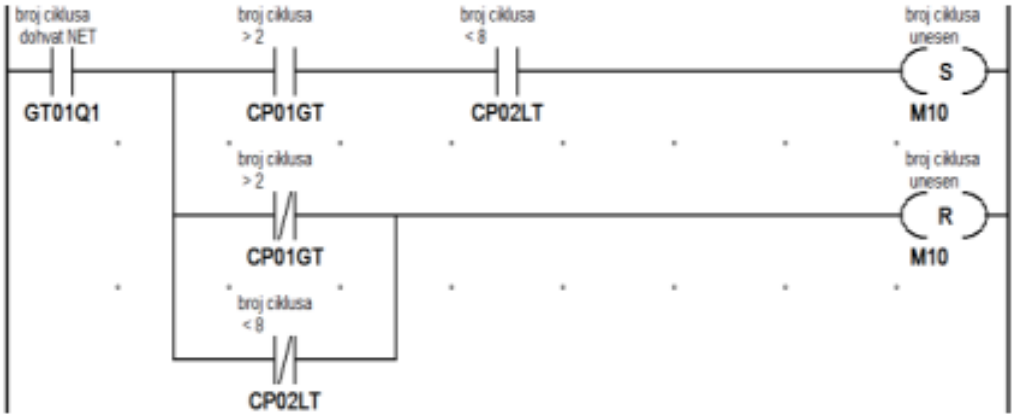

Рисунок 3.4 - Розділ програми 1 – отримання кількості циклів

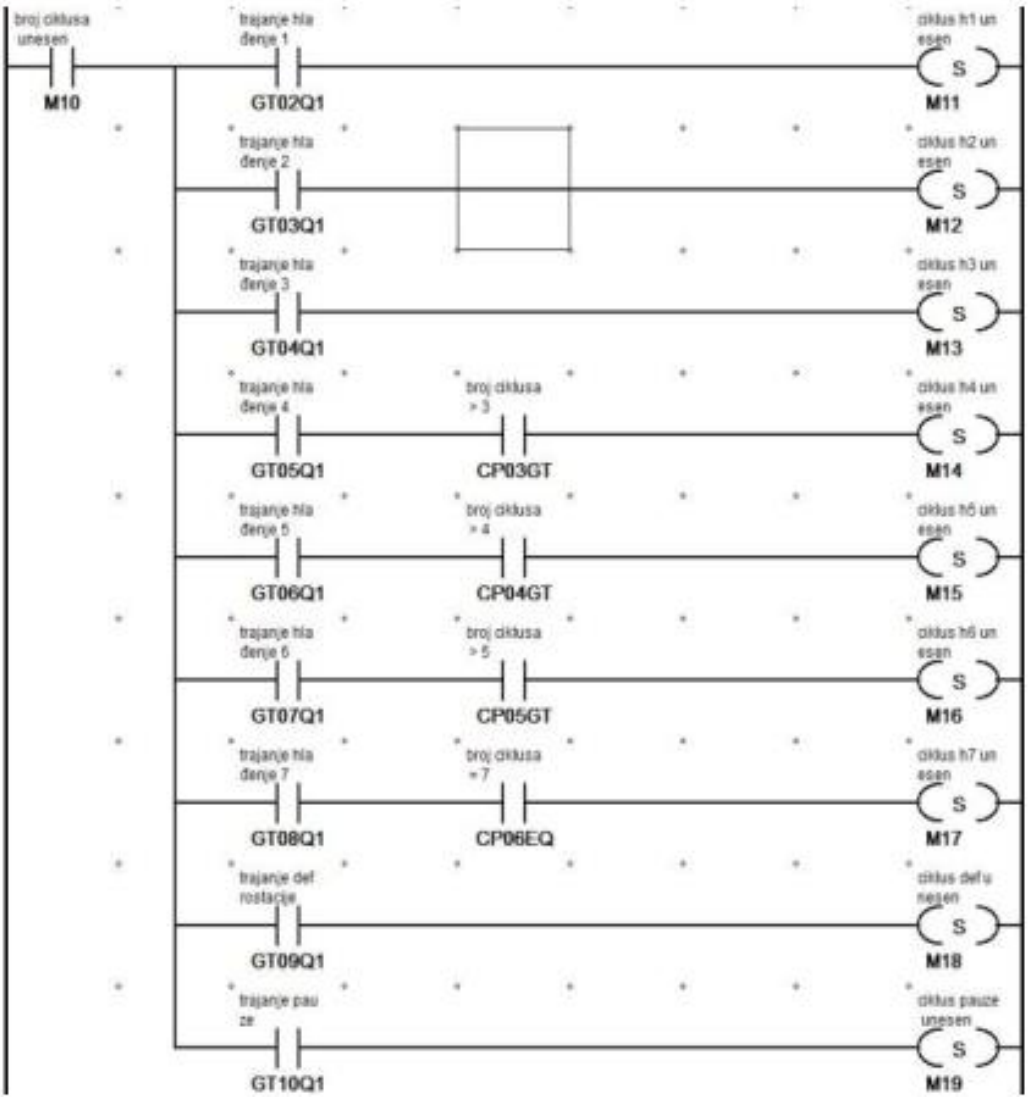

Рисунок 3.5 - Розділ програми 2 – отримання тривалості циклів

На рис. 3.5 покахано реалізацію збору даних від SCADA (функціональні блоки GT03-GT08) щодо тривалості періодів охолодження в кожному циклі, а також фіксовані періоди розморожування та паузи. Збір цифрових вхідних даних здійснюється шляхом подачі бітових значень в мережу easyNET (блоки 4SN01 - 4SN10) відповідно до станів цифрового входу (I03-I12), як показано на рис. 3.6.

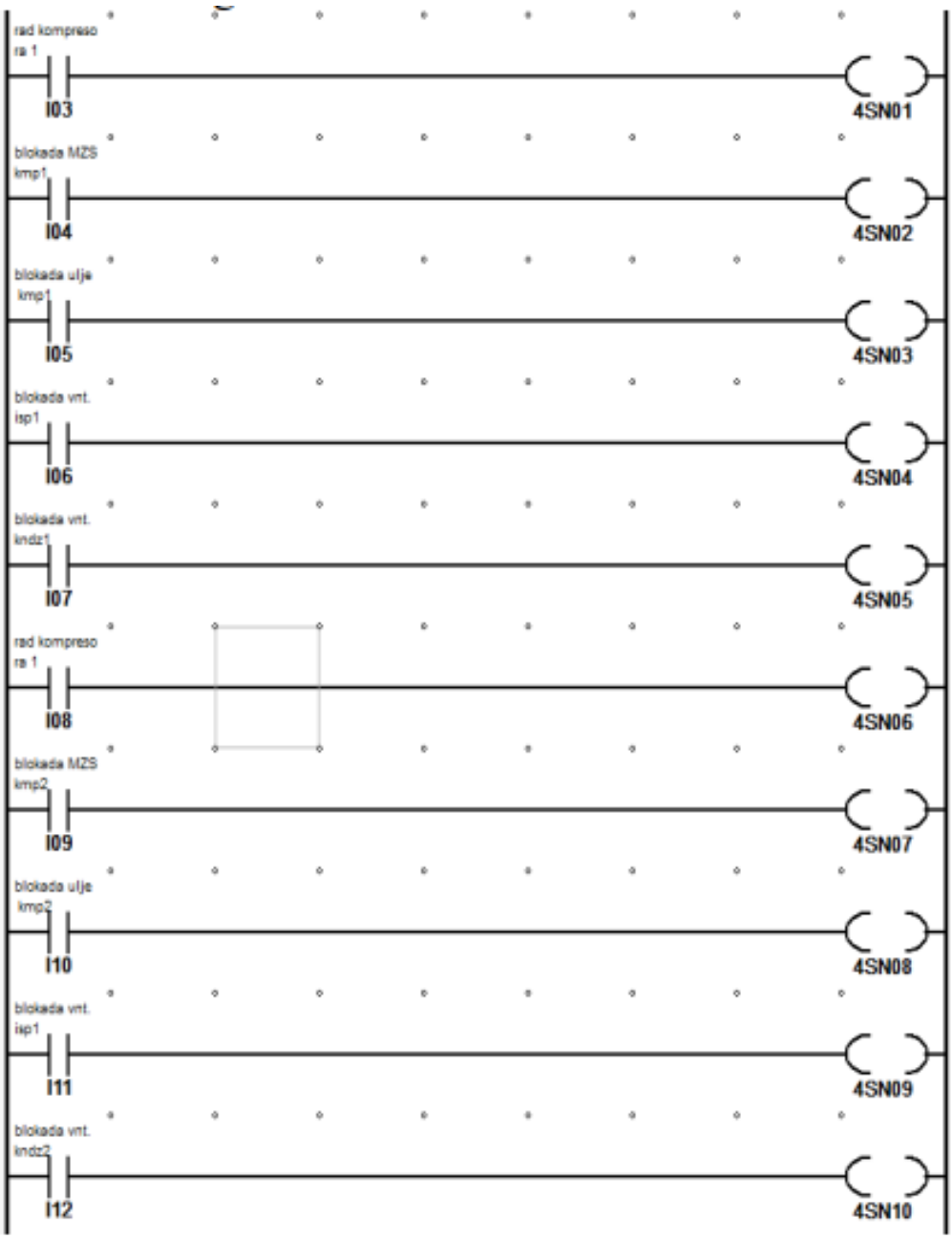

Рисунок 3.6 - Програмний розділ 3 – отримання цифрового входу.

Збір аналогових вхідних даних здійснюється за допомогою таймера 100 мс. Кожного разу, коли контакт таймера вмикається/розривається, певні дані передаються через блок «ввести значення в NET» (PT01-PT06) з входу до місця в пам’яті easyNET у вигляді змінної MW (слово маркера довжиною 16 біт), як показано на рис. 3.6.

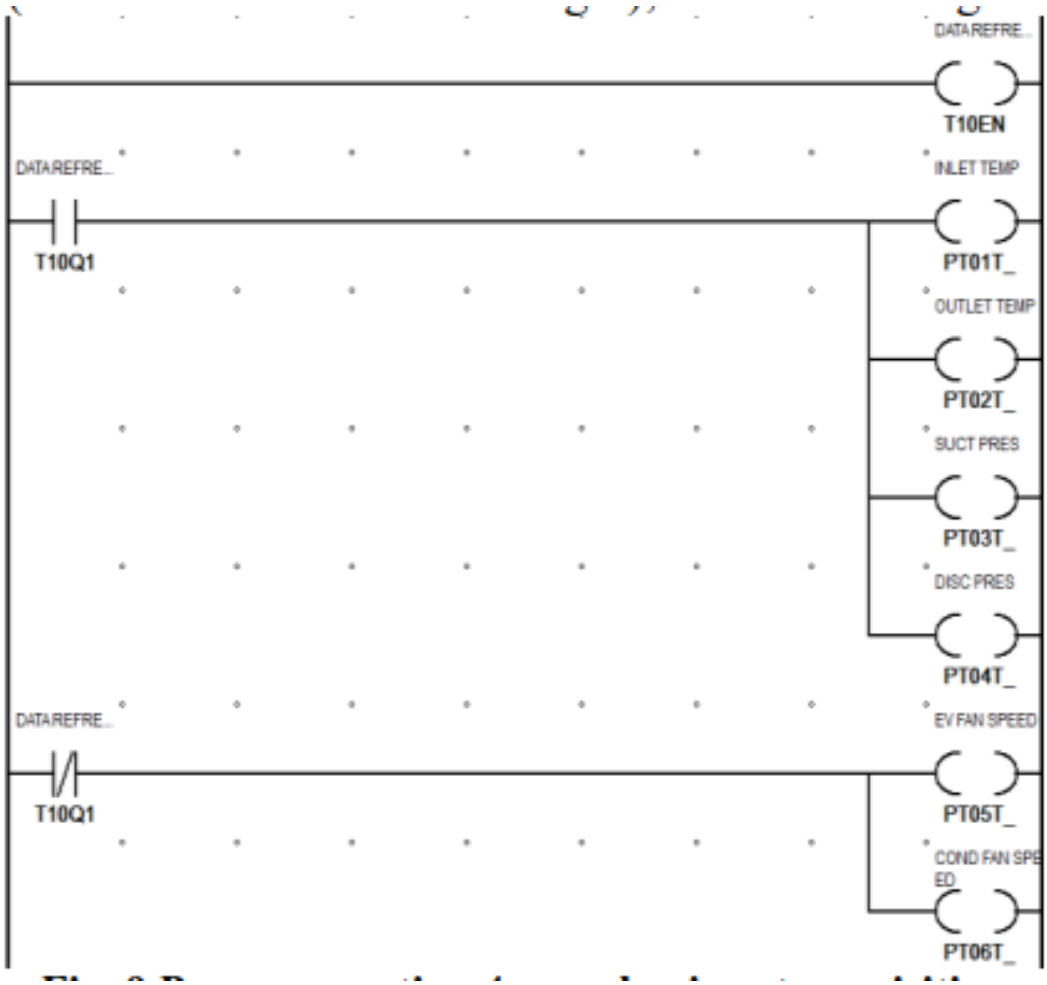

Рисунок 3.7 - Розділ програми 4 – отримання аналогового входу

У кожному циклі необхідно передавати дані різної тривалості періоду охолодження. Це робиться за допомогою блоку даних, який передає дані з місця в пам’яті, де блок GT вказує тривалість охолодження та передає їх у пам’ять таймера охолодження.

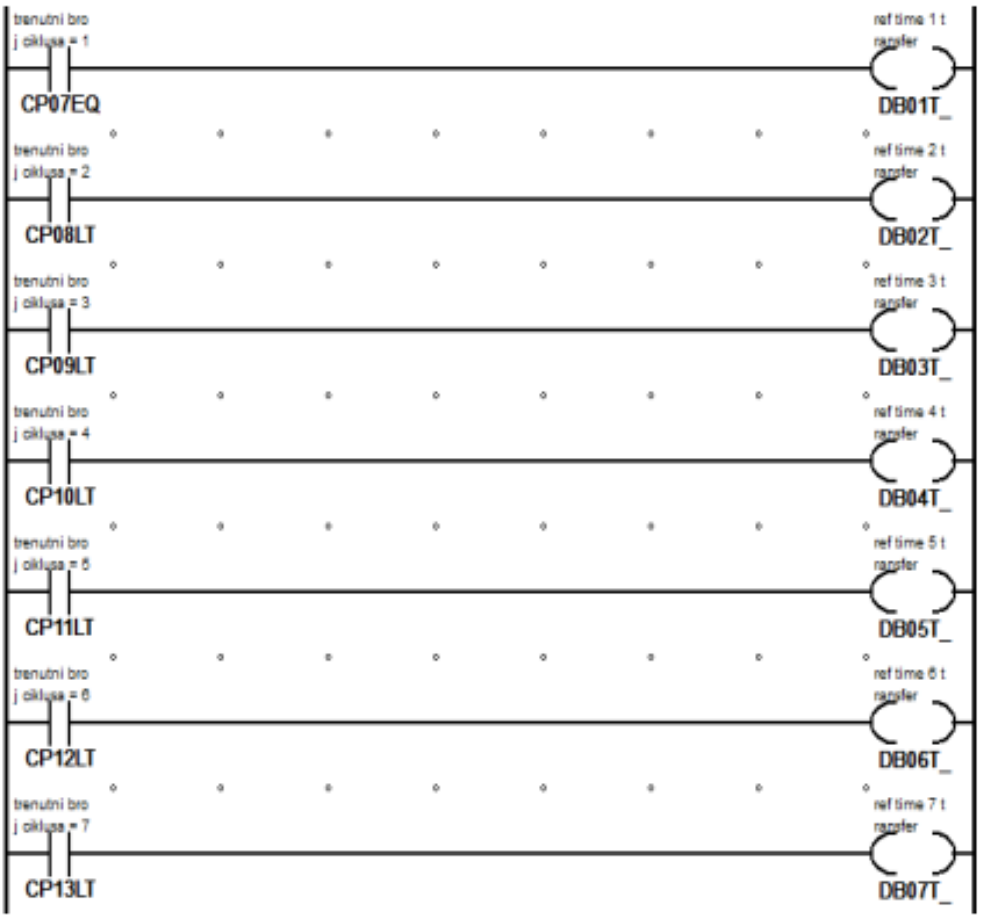

Рисунок 3.8 - Розділ програми 5 – передача часу охолодження.

Введення користувача в SCADA визначає початок процесу (контакт 4RN01). Також можна запустити процес вручну з електронної шафи за допомогою перемикача 0-1 на дверцятах шафи. Початок визначається маркером висхідного краю M05, який увімкнено за двох додаткових умов: встановлено час охолодження для перших трьох циклів (M06), а також встановлені періоди розморожування та паузи разом із кількістю циклів (M07). Крім того, завершення процесу залежить від значення лічильника циклів (C01) або положення локального перемикача (I01).

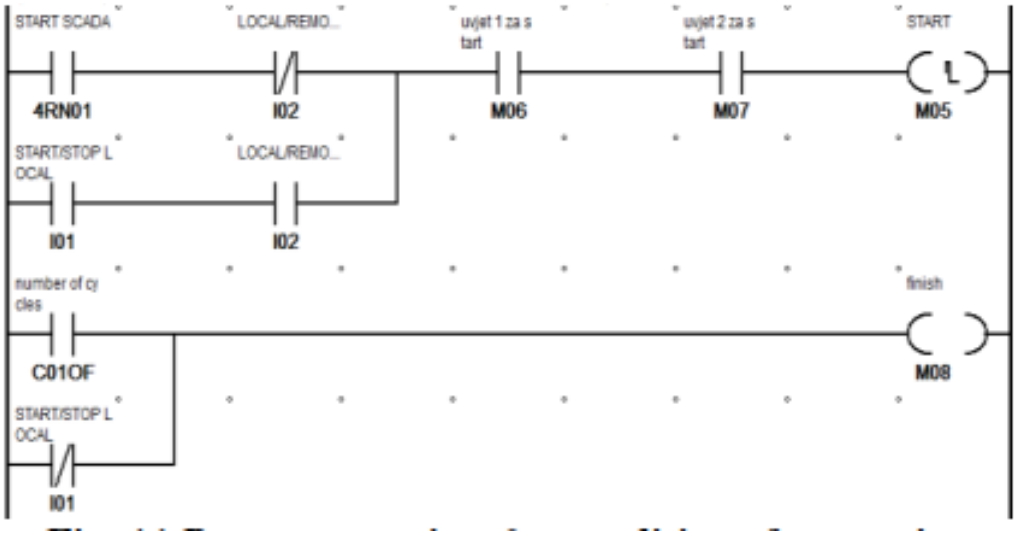

Рисунок 3.9 - Розділ програми 6 – умови початку та завершення процесу.

Умови початку та повторення процесу показані на рис. 3.10. Таймер починає відлік спадного фронту імпульсу, заданого маркером запуску (M05) або повторюваного циклу (M09). У цьому випадку підраховується лічильник C01.

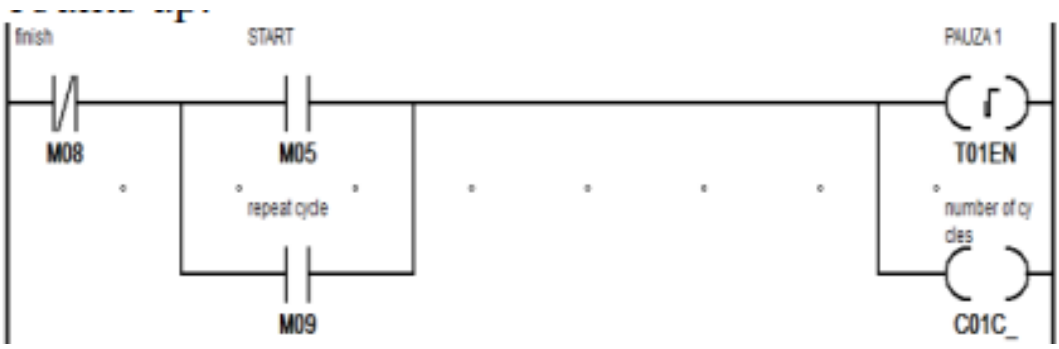

Рисунок 3.10 Розділ програми 7 – запуск першого таймера процесу та повторення циклу.

Коли таймер T01 закінчується підрахунком, аналогічний процес починається з таймером охолодження T02. Цей процес повторюється з таймером паузи T03 і таймером розморожування T04. Після завершення T04 встановлюється маркер M09 для повторення циклу, і процес повторюється в наступному циклі, якщо це дозволяє контакт лічильника C01.

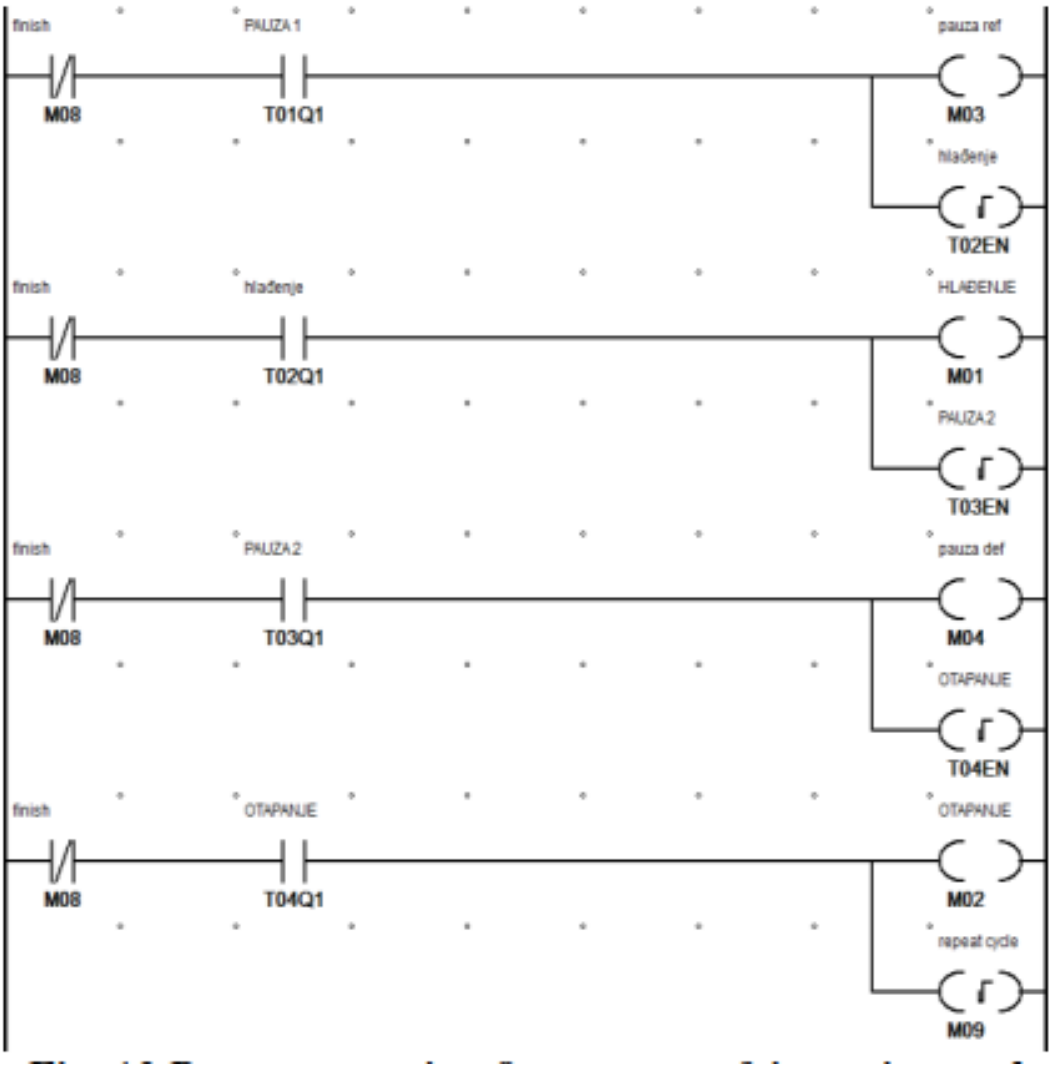

Рисунок 3.11 - Розділ програми 8 – підрахунок таймерів паузи, охолодження та розморожування.

Після завершення процесу таймер і лічильник скидаються, як показано на рис. 3.12.

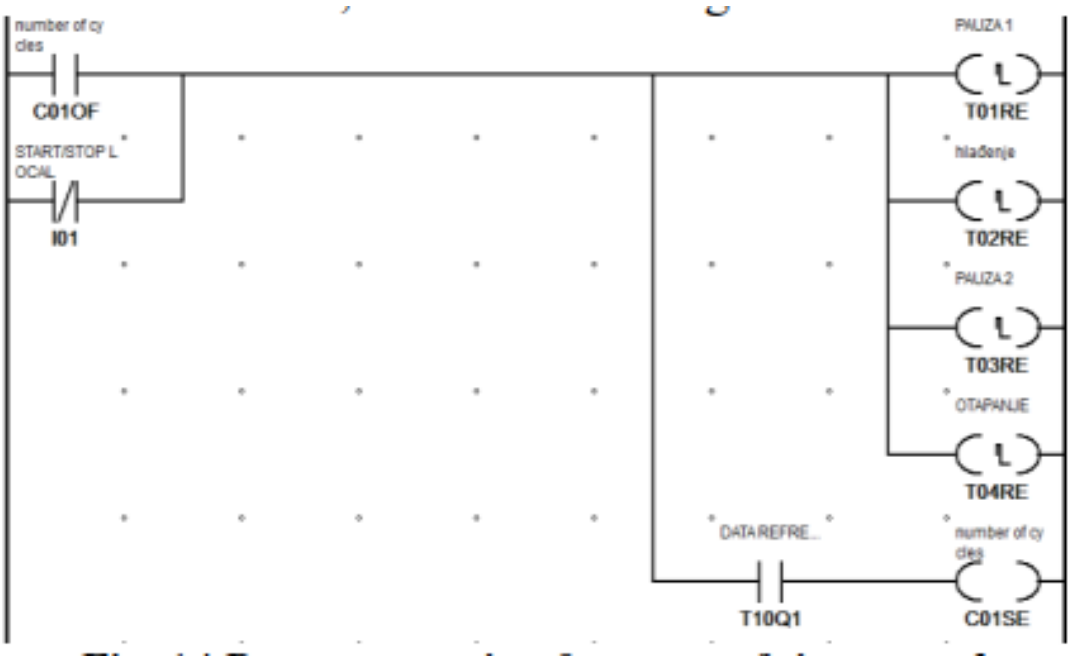

Рисунок 3.12 - Розділ програми 9 – скидання таймерів і лічильника після завершення процесу

ПІДКЛЮЧЕННЯ СИСТЕМИ HMI / SCADA.

Розглянемо послідовне з'єднання RS232 між пристроєм ПЛК Easy820 і пристроєм HMI. Інші способи забезпечення підключення PLC-HMI включають протоколи RS485 та Ethernet. Цей процес охолодження призначений для загального призначення та з мінімальними витратами. З цієї причини спостерігається підключення RS232, оскільки додаткові модулі не потрібні.

У даній роботі запропонована система SCADA розрахована на роботу в системі охолодження з трьома морозильними тунелями. Кожен тунель керується одним реле EASY з додатковим модулем. В якості пристрою HMI вибрано сенсорну панель XV-152. Програма для вибраного пристрою HMI створена в пакеті програм Eaton Galileo®.

Описане охолодження системи за допомогою SCADA показано на рис. 3.13. Усі три пристрої PLC підключені через мережу Eaton easyNET. Цей протокол керує до 8 підключеними пристроями, і останній елемент мережі

потрібно завершити за допомогою кінцевого резистора шини. Концепція показана на рис. 3.14

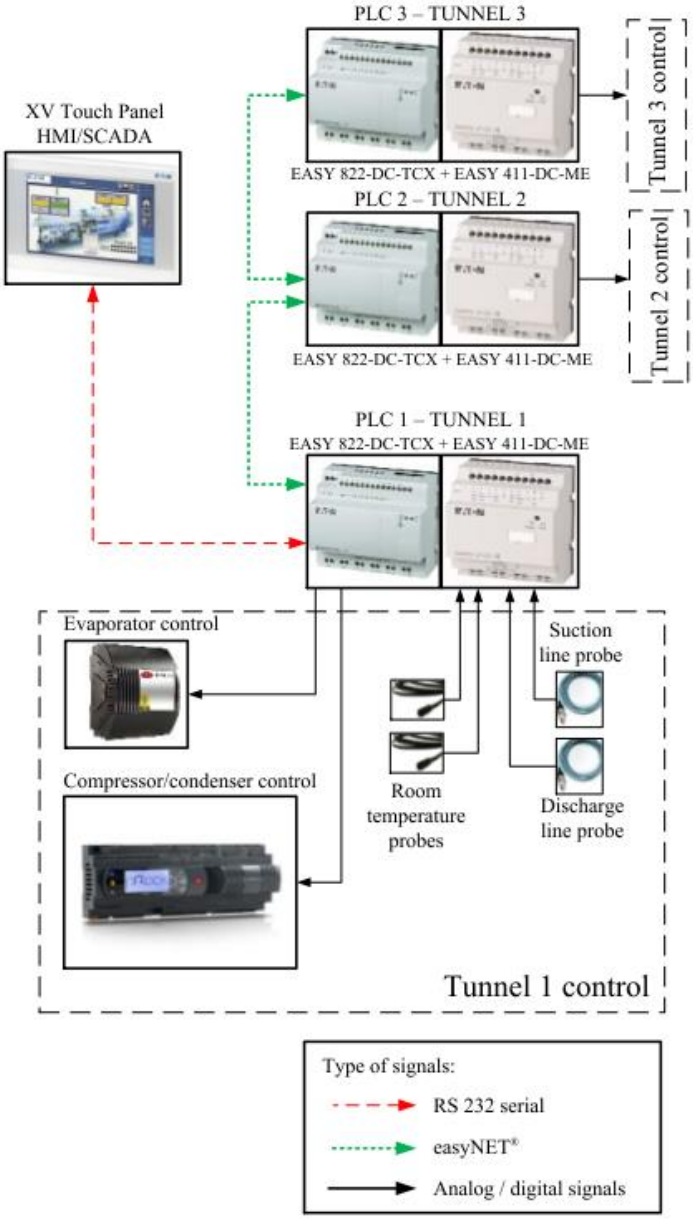

Рисунок 3.13 - Конструкція спостережуваної системи охолодження

Дані, які використовуються системою SCADA, складаються із сигналів, наведених у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Список змінних SCADA

Device	I/O signal	Name
SCADA	I1	Local start/stop
	I3	Compressor 1 active
	I4	Comp. 1 motor protection fault
	I5	Comp. 1 oil protection fault
	I6	Evaporator 1 fan mot. prot. fault
	I7	Condenser 1 fan mot. prot. fault
	I8	Compressor 2 active
	I9	Comp. 2 motor protection fault
	I10	Comp. 2 oil protection fault
	I11	Evaporator 2 fan mot. prot. fault
	I12	Condenser 2 fan mot. prot. fault
	Q1	Pause period activation
	Q2	Refrigeration period activation
	Q3	Defrost period activation
	Q4	End of process
	QA1	Speed reference - evaporator fans
	AI1	Evaporators' inlet temperature
	AI2	Evaporators' outlet temperature
	AI3	Suction line pressure
	AI4	Discharge line pressure

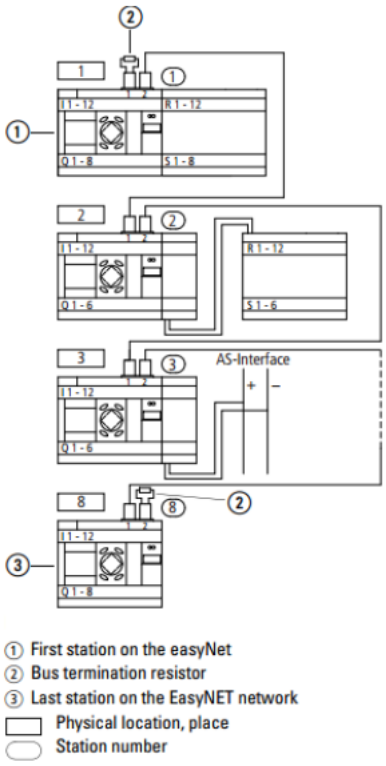

Рисунок 3.14 - Концепція підключення для мережі easyNET з до 8 різними пристроями Easy

Показано дві маски дизайну SCADA. Перша маска показана на рис. 3.15 і використовується для моніторингу процесу всієї системи. У цій масці можливий вибір одного з тунелів.

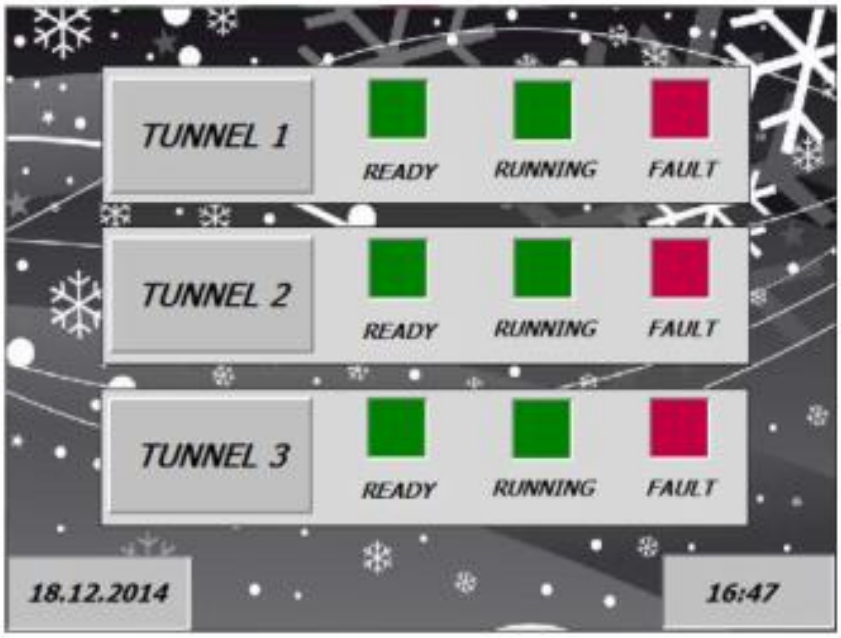

Рисунок 3.15. - Перша маска дизайну SCADA

Вибравши, кінцевий користувач може отримати доступ до інших масок, які використовуються для моніторингу та керування кожним з тунелів. Одна з таких масок (моніторинг тунелю 1) показана на рис. 3.16

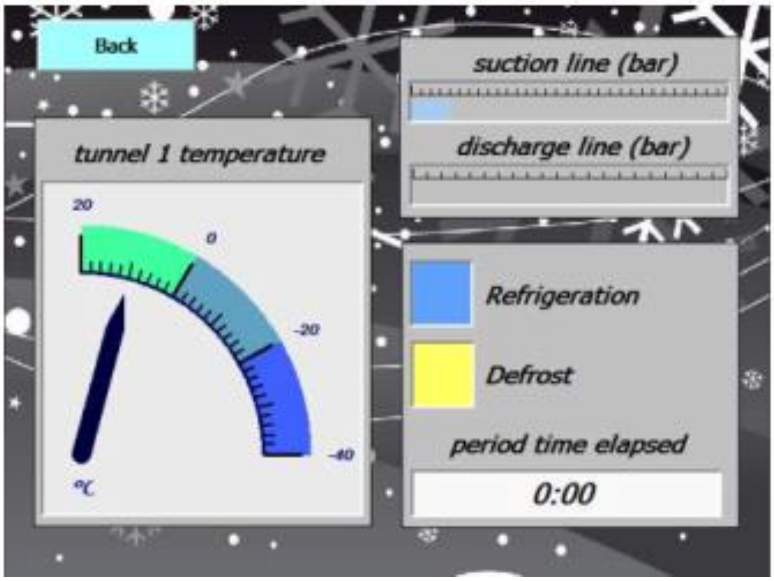

Рисунок 3.16 - Маска моніторингу проекту SCADA для тунелю заморожування 1

Під час підключення через easyNET кількох станцій Easy800, які керуються однією діаграмою LADDER та одним пристроєм HMI, необхідно вжити заходів обережності при визначенні тегів у SCADA. При зв'язуванні певного сигналу з його графічним представленням на SCADA, номер станції easyNET, з якої походить сигнал, стає першим. Потім визначається адреса сигналу. У таблиці 3 наведено кілька прикладів сигнальних міток з тунелю 1.

Таблиця 3 Приклади адресації сигналів у LADDER та SCADA

Індивідуальне швидке заморожування є складним процесом охолодження, який вимагає певних доповнень у конструкції управління охолодженням. Стандартні регулятори температури/тиску керують всіма холодильними елементами в системі. Через динамічність процесу в часі впроваджено додатковий пристрій регулювання. Пристрій ПЛК контролює відповідний час для кожного циклу процесу. Можливість визначати різні цикли разом з їх кількістю було введено через проектування системи SCADA, що працює на пристрої HMI. Контрольовані значення, такі як температура, тиск і час поточного циклу, відображаються SCADA. Це дає кінцевому користувачеві доступ до програмування самого процесу, а також візуальний контроль процесу, який зараз виконується. Нарешті, введено з'єднання з трьома тунелями, і відповідно до цієї вимоги система SCADA була вдосконалена для роботи з трьома тунелями одночасно. Цей підхід показує можливості покращення описаної системи. При правильному підборі обладнання описаний тип конструкції автоматики управління морозильними тунелями може бути доступним, використовуватися для загального призначення та простим в обслуговуванні.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

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

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров’я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров’я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов’язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці [12]. Завдання охорони праці – звести до мінімуму ушкодження та захворювання працівника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Основними цілями охорони праці є формування в спеціалістів необхідних знань і практичних навичок по правових і організаційних питаннях охорони праці, виробничій санітарії, техніці безпеки, пожежній безпеці.

4.1. Загальна характеристика приміщення і робочого місця

Розробка системи виконується в приміщенні (рис. 4.1), яке знаходиться на четвертому поверсі восьмиповерхового будинку з загальним та місцевим освітленням. В приміщенні одностороннє освітлення, вікна орієнтовані на схід, на вікнах є ролети. Стеля білого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,7, стіни цегляні світлого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,5. В приміщенні працює 4 людини, відповідно до цього отримуємо вхідні дані для аналізу потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

Параметри приміщення	**Значення**
Довжина х ширина х висота	6,6 х 6,1 х 2,7 м
Площа	40,26 $м^2$
Об'єм	108,70 $м^3$
Номер робочого місця	**Специфіка роботи**
I робоче місце	Front-end програміст (спеціаліст з розробки клієнтської частини веб- застосунків)
II робоче місце	Back-end програміст (спеціаліст з розробки серверної частини веб застосунків та проектування баз даних)
III робоче місце	Бізнес-аналітик (також виконує роль менеджера продукту)
IV робоче місце	UI-UX веб-дизайнер
Технічні засоби (кількість)	**Назва та характеристики**
Монітор (4 шт.)	HP 22Xi/21,5"/1920x1080px/IPS
Комп'ютер (4 шт.)	HP ProBook 440 G6, екран 14" IPS (1920x1080) Full HD, Intel Core i7-8565U (1.8 - 4.6 ГГц)/RAM 16 ГБ/SSD 256 ГБ
Підлоговий кулер (1 шт.)	CRYSTAL YLR3-5V208
Кондиціонер (1 шт.)	DEKKER DSH105R/G/26$м^2$/2,65кВт-2,9кВт/25х74,5х19,5см/9 кг
Світильники загального призначення (3 шт.)	Світильник растровий вмонтований 4х18W
Світильники місцевого призначення (4 шт.)	DeLux Décor TF-05 / 1 х 40Вт

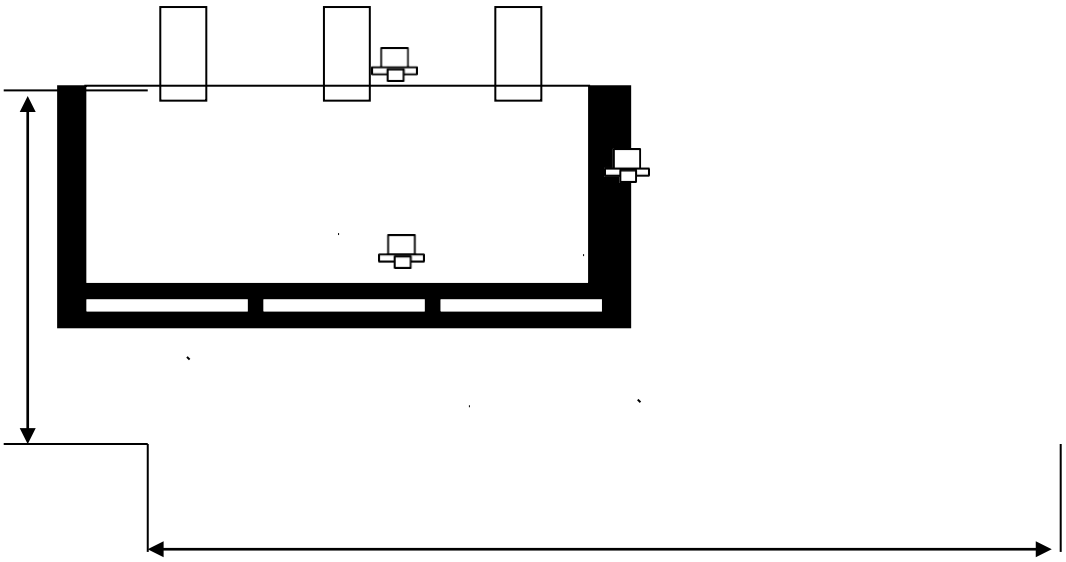

Рисунок 4.1 - Схема приміщення.

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 площа S', виділена для одного робочого місця з персональною ЕОМ, повинна бути не менше 6 м^2 і об'єм – не менше 20 м^3. У приміщенні розташовано 4 робочі місця, що повністю відповідає необхідним нормам.

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

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

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

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

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

Під час роботи на працівника діє ряд небезпечних і шкідливих

чинників, які наведені у табл. 4.3 та табл. 4.4.

Таблиця 4.2 -Характеристики робочого місця

№	Найменування параметру	Значення	
		фактичне	нормативне
1.	Висота робочої поверхні, мм	780	680 – 800
2.	Ширина робочої поверхні, мм	1500	не менше 600
3.	Глибина робочої поверхні, мм	750	не менше 600
4.	Висота простору для ніг, мм	750	не менше 600
5.	Ширина простору для ніг, мм	800	не менше 500
6.	Глибина простору для ніг, мм	750	не менше 450
7.	Висота поверхні сидіння, мм	480	400 – 500
8.	Ширина сидіння, мм	500	не менше 400
9.	Глибина сидіння, мм	500	не менше 400
10.	Висота опорної поверхні спинки, мм	550	не менше 300
11.	Ширина поверхні спинки, мм	470	не менше 380
12.	Довжина підлокітників, мм	300	не менше 250
13.	Ширина підлокітників, мм	60	50 – 70
14.	Відстань від очей до екрану, мм	650	600 – 700

Таблиця 4.3 -Шкідливі чинники на робочому місці

Фізичні	Психофізіологічні
Підвищений рівень шуму	Розумове перенапруження
Підвищений рівень електромагнітного випромінювання	Монотонність праці
Підвищений рівень статичної електрики	Перенапруження аналізаторів
Недостатній рівень освітленості	
Неоптимальний мікроклімат	

Таблиця 4.4 -Аналіз шкідливих факторів, пов’язаних з мікрокліматом

№	Шкідливий фактор	Наслідки
1	Відхилення вологості повітря від оптимальних параметрів	Тимчасове погіршення самопочуття і зниження працездатності, хвороби, роздратованість
2	Відхилення t від оптимальних параметрів	Відсутність теплового комфорту, тимчасове погіршення самопочуття і зниження працездатності, хвороби
3	Відхилення V руху повітря від оптимальних параметрів	Тимчасове погіршення самопочуття і зниження працездатності, хвороби

У таблиці 4.5 та 4.6 наведені нормативні та фактичні показники мікроклімату.

Таблиця 4.5 -Мікроклімат в теплий період року

Параметр мікроклімату			
Найменування	Значення		
	Фактичне		Оптимальне
t, ^{o}C	21	21 – 23	18 –27
w, %	55	60 – 40	до 75
V, м/с	0,2	0,3	0,4 – 0,2

Таблиця 4.6 -Мікроклімат в холодний період року

Параметр мікроклімату			
Найменування	Значення		
	Фактичне		Оптимальне
t, ^{o}C	18	21 – 23	18 –27
w, %	70	60 – 40	до 75
V, м/с	0,4	0,3	0,4 – 0,2

Заходи для запобігання встановлених мікрокліматичних порушень норм подані в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 -Запобіжні заходи в теплий та холодний періоди року

№	Технічні	Організаційні	ЗІЗ
1	Контроль параметрів за допомогою анемометра Extech AN100; використання кондиціонеру DEKKER DSH105R/G (для кондиціонування і провітрювання)	відсутні	відсутні
2	Контроль параметрів за допомогою термометра La Crosse WS8005; використання кондиціонеру DEKKER DSH105R/G (для кондиціонування і провітрювання)	Перерви в роботі з метою провітрювання кімнати; вологе прибирання на робочих місцях	відсутні
3	Контроль параметрів за допомогою психрометра Т-04; використання зволожувача повітря ZELMER AH1500	Перерви в роботі з метою провітрювання кімнати; вологе прибирання на робочих місцях	відсутні

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

Джерелами шуму в приміщенні є вентилятор системного блоку, ноутбуку та кондиціонер (табл. 4.8). Звук, що створюється вентилятором та кондиціонером, можна класифікувати як постійний.

Таблиця 4.8 - Джерела шуму

Джерело шуму	Фактичний рівень шуму, дБ	Оптимальний рівень шуму, дБ	Час роботи, год.
Кондиціонер DEKKER SH105R/G	22	< 50	8
Кулер комп'ютеру HP Probook 4530s	20		8

Наслідки шуму та вібрації подано у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Шум і вібрація

Шкідливий фактор	Наслідки
Підвищений рівень шуму	Погіршення слуху, підвищення ймовірності виникнення помилки, зниження продуктивності роботи
Вібрації на робочому місці	Роздратування, зниження працездатності, погіршення самопочуття

Запобіжні заходи, які здійснюються для уникнення наслідків шкідливих факторів, наведено в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 - Запобіжні заходи

№	Технічні	Організаційні	ЗІЗ
1	Контроль параметрів за допомогою приладу для виміру шуму DT-8852; якісний монтаж окремих вузлів комп'ютера	Проведення планового попереджувального ремонту (чищення від пилу і інших забруднень)	Відсутні
2	Контроль параметрів за допомогою приладу для виміру вібрацій TV260; встановлення спеціальної підставки під ноутбук	Проведення планового попереджувального ремонту (чищення від пилу й інших забруднень)	Відсутні

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 робота відноситься до розряду зорових робіт. Передбачається використання природного, штучного та змішаного освітлення. В табл. 4.11 наведені шкідливі фактори порушень норм яскравості світла.

Таблиця 4.11 - Шкідливі фактори порушень норм яскравості світла

№	Шкідливий фактор	Наслідки
1	Недостатня освітленість робочої зони	Погіршення зору і самопочуття, втомлюваність, підвищення ризику здійснення помилки
2	Підвищена яскравість світла	

У таблиці 4.12 відображено фактичні та оптимальні значення для параметрів освітлення.

Таблиця4.12 -Параметри освітлення

Найменування	Значення	
	Фактичне	Оптимальне
При змішаному освітленні	450	400
При загальному освітленні	300	300
Коефіцієнт природного освітлення	1,23	1,2

Для уникнення наслідків неправильного освітлення вживаються такі запобіжні заходи (табл. 4.13).

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

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

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

Таблиця. 4.13 - Запобіжні заходи

№	Технічні	Організаційні	ЗІЗ
1	Контроль параметрів за допомогою люксметра DT-1308; використання нових світильників загального призначення ELSTEAD FINSBURY PARK FP6 POL NICKEL; урахування природного освітлення кімнати	Встановлення мінімального рівня освітлення; чищення скла вікон та світильників; заміна ламп, що перегоріли	Додаткове освітлення на робочих місцях (світильники DeLux Décor TF-05); окуляри для роботи з комп'ютером.
2	Контроль параметрів за допомогою люксметра DT-1308; використання регульованих пристроїв для відкривання вікон, а також жалюзі; використання світильників нового типу	Відсутні	Окуляри для роботи з комп'ютером.

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

Розподільні щитки поміщають у закриті металеві кожухи-ящики.

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

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

В табл. 4.14 наведені небезпечні фактори ураження людини електричним струмом.

Таблиця 4.14 - Небезпечні фактори ураження людини електричним струмом

№	Шкідливий фактор	Наслідки	Заходи
1	Небезпечний рівень напруги струмопровідних частин обчислювальної та побутової техніки	Зростання ризику ураження електричним струмом	Релейний захист струму дотику, захисні заземлюючі корпуси. Попереджувальні знаки про рівень напруги.

У таблиці 4.15 відображено фактичні та оптимальні значення для параметрів електропостачання.

Таблиця 4.15 -Параметри електропостачання на робочому місці

Значення	Напруга, В	Частота, Гц	Тип розетки/вилки	Тип фази
Фактичне	220	50	F	Однафазна, трипровідна
Оптимальне	220	50	C, F	Однофазна, трипровідна

Вживаються такі запобіжні заходи для уникнення наслідків ураження людини електричним струмом (табл. 5.16):

Таблиця 4.16 - **Запобіжні заходи**

№	Технічні	Організаційні	ЗІЗ
1	Релейний захист струму дотику, захисні заземлюючі корпуси	Проведення робіт з електричним обладнанням лише проінструктованим персоналом. Створення плану короткострокових відпочинків.	відсутні

Запобігання пожежі досягається виключенням утворення джерел загорянь і горючого середовища. У таблиці 4.17 приведено шкідливі фактори.

Таблиця 4.17 - Шкідливі фактори, пов’язані з пожежною безпекою

№	Шкідливий фактор	Наслідок
1	Коротке замикання, електротравми, пожежі, летальні наслідки	Коротке замикання, пожежі, електротравми, летальні наслідки
2	Коротке замикання	Електротравми, пожежі, летальні наслідки
3	Порушення протипожежного режиму	Електротравми, пожежі, летальні наслідки

В цьому приміщенні можливі пожежі таких класів: А – горіння твердих речовин, Е – горіння електроустановок під напругою. Для забезпечення цих категорій застосовуються заходи, що вказані в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18 - Запобіжні заходи

№	Технічні	Організаційні	ЗІЗ
1	Контроль параметрів за допомогою термометра La Crosse WS8005; використання кондиціонеру DEKKER DSH105R/G (для кондиціонування і провітрювання)	Розвантаження електровузлів після виконання роботи; ознайомлення з інструкціями по використанню електроприладів;	відсутні
2	Наявність вогнегасника порошкового типу ОП-5 та автоматичної системи “ГАРАНТ-Р” (ПО-2), узгоджений план евакуації	Ознайомлення з інструкціями по використанню протипожежних засобів; узгоджений план евакуації	відсутні
3	Наявність вогнегасника порошкового типу ОП-5 та автоматичної системи “ГАРАНТ-Р” (ПО-2), узгоджений план евакуації	Ознайомлення з інструкціями по використанню протипожежних засобів; узгоджений план евакуації	відсутні

.

ВИСНОВКИ

У роботі було розроблено автоматизовану систему керування холодильною установкою для заморожування м’яса та овочів.

В ході виконання було вибрано вид холодоагенту, розраховано приміщення та камери, спроектовано необхідні ємності холодильників для забезпечення необхідних об’ємів заморожування.

Також було описано основні напрчмки автоматизації холодильного цеху, розроблено функціональну схему автоматизації, обрано обладнання для забезпечення якісного виконання технологічного процесу.

Впровадження автоматизованої системи забезпечує більшу надійність роботи об’єкту управління, своєчасну реакцію на поломку обладнання. Це забезпечує зменшення енерговитрат підприємства та підвищення ресурсу роботи обладнання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп’ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.

2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп’ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.

3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.

4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.

5. Курылев Е.С., Оносовский В.В. Холодильные установки. Санкт-Петербург, 2000. – 576с.

6. Бараненко А. В., Калюнов В. С., Румянцев Ю. Д. Практикум по холодильным установкам: учебное пособие для студентов вузов. СПб.: Профессия, 2001. – 272с.

7. Теплоизоляция холодильников. М. 1966. – 272с.

8. Крылов Ю.С., Пирог П.И. Проектирование холодильников. М.: Пищ. пром, 1976. – 190с.

9. Правила устройства и безопасности эксплуатации фреоновых холодильных установок. М.: ВНИКТИхлодпром. – 156с.

10. А. Г. Ионов. Судовые рефрижераторные установки. М.: Колос, 1993. – 351с.

11. Ионов А.Г., Мехеницкий С.Я., Боголюбский О.К. Насосно-циркуляционные системы морозильных установок. М.: Пищ. пром, 1976. – 190с.

12. Правила устройства и безопасности эксплуатации холодильных систем. – М.: Госгортехнадзор, 2003. – 54 с.

13. Бабокин Б.С. Холодильные агенты, масла, сервис холодильных систем. Москва, 2000. – 457с.

14. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. М.: Лег. и пищ.пром-сть, 1982. – 303с.

15. Холодильные компрессоры: Справ./Под ред. А.В. Быкова. М.: Пищ. пром, 1981. 280с.

16. Холодильные машины: Справ./Под ред. А.В. Быкова. М.: Пищ. пром, 1982. 222с.