

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонська філія

Енерготехнічний факультет
кафедра автоматики та електроустаткування

Пояснювальна записка

кваліфікаційної роботи магістра

на тему: Модернізація електропривода вантажного ліфта
науково-дослідного судна

Здобувач 6 курсу, групи 6367зм
спеціальності 141 "Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка"

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Освітньо-професійна програма:

"Експлуатація суднових автоматизованих
(назва)

систем"

Здобувач Поливода В.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Фролов О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Надточій В.А.

(прізвище та ініціали)

Херсон - 2020 рік

Міністерство освіти та науки України
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Херсонська філія

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення _____ Енерготехнічний _____
 Кафедра, циклова комісія _____ Автоматики та електроустаткування _____
 Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ другий (магістерський) _____
 Галузь знань 14 Електрична інженерія _____
 Спеціальність _____ 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" _____
 (шифр і назва)
 Освітньо-професійна програма _____ "Експлуатація судових автоматизованих систем " _____
 (назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри автоматики
та електроустаткування**
_____ **Михаліченко П.Є.**

“ _____ ” _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

_____ **Поливоді Віктору Миколайовичу** _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)) **Модернізація електропривода вантажного ліфта науково-дослідного судна**

керівник проекту (роботи) _____ **Фролов Олександр Миколайович, к.т.н., доцент,** _____
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” _____ 2020 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 05 грудня 2020 р. _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи): _____ Вантажний ліфт науково-дослідного судна . _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): _____ Характеристика судна та його електрообладнання. Особливості функціонування вантажного ліфта. Розрахунок силового обладнання вантажного ліфта. Розрахунок потужності та вибір типу двигуна. Розрахунок та побудова механічних характеристик електродвигуна. Розробка системи керування ліфтом. Розробка алгоритму керування . Охорона праці та техніка безпеки. Висновки. Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

_____ Типова конструкція ліфтів. Кінематична схема ліфтів. Схеми керування вантажним ліфтом. Структура системи керування ліфтом. Типова структура перетворювача частоти. Схема силової частини перетворювача частоти. Навантажувальні діаграми. . Механічні характеристики двигуна. Алгоритми роботи вантажного ліфта судна. _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Технічна частина	Фролов О.М.		
2. Охорона праці	Фролов О.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз електрообладнання судна	05.10.2020 р.	
2.	Аналіз роботи вантажного ліфта на судні	10.10.2020 р.	
3.	Розрахунок силового обладнання ліфта	15.10.2020 р.	
4.	Розрахунок потужності електродвигуна	25.10.2020 р.	
5.	Розрахунок та побудова навантажувальної діаграми	31.10.2020 р.	
6.	Розрахунок та побудова механічних характеристик	05.11.2020 р.	
7.	Розробка мікропроцесорної системи керування Електроприводом вантажного ліфта	10.11.2020 р.	
8.	Розробка алгоритму керування ліфтом	20.11.2020 р.	
9.	Охорона праці	30.11.2020 р.	
10.	Оформлення ПЗ та графічного матеріалу	05.12.2020 р.	

Студент

_____ Поливода В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Фролов О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота «Модернізація електропривода вантажного ліфта науково-дослідного судна» складається з 6 розділів, містить 99 стор., 19 посилань на джерела інформації. Рукопис.

В роботі розглянуто питання підвищення вантажопідйомності та ефективності роботи електроенергетичної системи керування роботою вантажного ліфту вантажопідйомністю 960 кг при заміні двошвидкісного електродвигуна на одношвидкісний і використання перетворювача частоти, що дозволяє використати мікропроцесорну систему керування на мікроконтролерах та сучасних силових транзисторів. Проведено вибір двигуна, розрахунок та побудова навантажувальних діаграм роботи ліфту та механічних характеристик двигуна.

Ключові слова: вантажний ліфт, електропривод, система керування.

ABSTRACT

Qualifying master's work "Electric drive of a cargo elevator of a ship and its modernization" consists of 6 sections, contains 99 pages, 19 references to sources of information. Manuscript.

The paper considers the issues of increasing the carrying capacity and efficiency of the electric power system for controlling the operation of a freight elevator with a carrying capacity of 960 kg when replacing a two-speed electric motor with a single-speed one and using a frequency converter, which makes it possible to use a microprocessor control system on microcontrollers and on modern power transistors. The choice of the engine, calculation and construction of load diagrams of the lift operation and mechanical characteristics of the engine.

Key words: freight elevator, electric drive, control system.

ЗМІСТ

ВСТУП		
1.	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	8
1.1	Характеристика судна	9
1.2	Характеристика електрообладнання судна	10
1.3	Режими роботи та класифікація судових вантажопідйомних механізмів	12
1.4	Вимоги до електроприводів вантажопідйомних механізмів та типи електродвигунів до них	16
1.5	Характеристика вантажопідйомних механізмів	18
1.6	Палубні вантажопідйомні механізми судна	19
2	ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ ЛІФТА НА СУДНІ	23
2.1	Характеристика ліфтів як об'єктів керування	24
2.2	Основні методи та засоби удосконалення системи управління ліфтом	30
2.3	Система керування ліфтом та її структурна схема	34
2.4	Аналіз сучасних перетворювачів частоти та їх використання	37
3	РОЗРАХУНОК СИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ	47
3.1	Визначення потужності та типу двигуна	48
3.2	Розрахунок динамічних моментів	53
3.3	Визначення моментів інерції	54
4	ПОБУДОВА НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ТАХОГРАМИ І МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОДВИГУНА	57
4.1	Навантажувальні діаграми двигуна	58
4.2	Розрахунок характеристик запропонованого двигуна	62
5	РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІФТОМ ТА АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ	68

					141. 6367зм МР ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Поливода			Модернізація електропривода вантажного ліфта науково-дослідного судна	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Фролов				4	99	
<i>Реценз.</i>						ХФ НУК		
<i>Н. Контр.</i>		Фролов						
<i>Затверд.</i>		Михаліченко						

5.1	Вибір елементної бази	69
5.2	Розробка схеми електричної принципової	76
5.3.	Розробка алгоритму програми керування ліфтом	77
5.4	Функції підсистем СУ	80
5.5	Алгоритм управління рухом ліфту	81
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	87
6.1	Вступна частина	88
6.2	Аналіз небезпечних і шкідливих умов праці	88
6.3	Заходи щодо ліквідації потенційно небезпечних факторів	89
6.4	Розрахунок пожежних насосів	95
	ВИСНОВКИ	97
	Список використаних джерел	98
	Додаток А. Презентація роботи	

					141. 6367зм МР ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Впровадження на морських судах засобів автоматизації дозволяє підвищити експлуатаційну надійність і безпеку плавання, підвищити продуктивність і поліпшити умови праці, сприяє вдосконаленню форм технічного обслуговування. Останнім часом морський транспортний флот поповнюється великим числом судів, обладнаних засобами автоматизації, яка стала одним з головних напрямів технічного прогресу у всіх галузях промисловості.

Основною особливістю автоматизації морських судів на даному етапі є комплексна автоматизація роботи енергетичної установки, палубних механізмів, вантажних операцій і процесів навігації. Впровадження комплексної автоматизації зв'язане із застосуванням електронних обчислювальних машин (ЕОМ).

Досвід експлуатації світового транспортного флоту показує доцільність застосування ЕОМ для управління машинним відділенням, процесами навігації і вантажними операціями. Наприклад, на великотоннажних танкерах водотоннажністю 150 тис. т. для цієї мети встановлено дві ЕОМ.

Перспективним напрямом розвитку комп'ютеризованих систем управління є їх децентралізація. Поява на ринку достатньо багатофункціональних і відносно дешевих мікроконтролерів дозволяє створювати окремі підсистеми для управління різним устаткуванням на судні. Не є виключенням і ліфтове устаткування судна [1,2].

Цифровий управляючий комплекс складається з мікроконтролера і пристрою сполучення з пультом управління верхнього рівня, а також з вихідними і вхідними пристроями [3,4]. Вихідними є погоджуючі та виконавчі пристрої. Вхідними є пристрої для збору аналогової і дискретної інформації про стан об'єкту, в даній роботі — суднового ліфта.

Джерелами інформації системи є аналогові і цифрові датчики, які характеризують параметри вантажного ліфта, як об'єкту, що контролюється та управляється [5].

Інформація управляючого цифрового комплексу поступає на пульт управління, мнемосхему, блоки узагальненої сигналізації, апаратуру управління системи і в енергетичну установку [4,5].

Система передбачає також наявність засобів надання інформації операторові. По виклику оператора на пульті виникає необхідна в даний момент інформація, а при виникненні відповідної ситуації автоматично включається діагностична програма і на екрані пристрою висвічується потрібний кадр і рекомендації по усуненню несправностей [2].

Актуальність роботи. Тема роботи є актуальною, тому що пропонується використовувати більш надійний одношвидкісний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором та застосувати сучасні методи керування за допомогою мікропроцесорної техніки.

Мета роботи. Мета даної роботи – провести розрахунки та визначити пропозиції для модернізації електропривода вантажного ліфта судна.

Об'єкт дослідження – електропривод вантажного ліфта судна.

Впровадження на судах систем автоматизації та керування системами за допомогою мікроконтролерів дозволяє підвищити надійність роботи електрообладнання на судні, підвищити продуктивність і поліпшити умови праці, сприяє більш якісному технічного обслуговування.

Предмет дослідження – характеристики електропривода вантажного ліфта на судні при застосуванні сучасних перетворювачів частоти.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження електроприводів з сучасними перетворювачами частоти дозволяє: спростувати керування електроприводами, зменшити фізичне навантаження на людину, що керує електроприводом, підвищити надійність роботи вантажопідйомних механізмів, використати більш дешевий та більш надійний одношвидкісний асинхронний електродвигун.

I. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

1.1. Характеристика судна

Науково-дослідне судно спеціальної побудови призначено для проведення різноманітних наукових досліджень акваторії та дна морів і океанів, метеорологічних досліджень над цими акваторіями та інших досліджень, які мають державне, наукове та промислове значення. На борту судна розміщено 21 лабораторію.

Наприклад, за температурою та тиском повітря, формуванням та випаданням осадків спостерігають метеорологи, прилади яких розміщено на промірної палубі. На шлюпкової палубі розміщено гідрологічна, гідрохімічна, гідрооптична, ізотопна та радіохімічна лабораторії. В них вивчають властивості морської води, її хімічний склад, наявність різних домішок та інші параметри. На верхній палубі знаходяться лабораторії, персонал яких займається мешканцями морів та океанів.

Геологи вивчають структуру морського дна, осадочних порід, мінеральних утворень на дні з метою промислового використання.

Геофізики вивчають особливості магнітного, гравітаційного та електричного полів планети і їх аномалії. Це необхідно для внесення поправок в навігаційні мапи та для більш чіткого поняття о побудові земної кори під дном океанів.

Відмінність науково-дослідного судна спеціальної побудови в тому, що це судно має спеціальний гіпербарічний комплекс, призначений для безпосереднього спостереження глибин дослідниками. В цей комплекс входять:

- безлюдний апарат «Звук»;
- керований апарат типу «Аргус»;
- водолазний колокол, за допомогою якого аквалангісти можуть погрузитися на глибину до 165 м.

Крім того, на судні є можливість використовувати глибоководні апарати типу «Мир».

Район плавання судна – необмежений (північні та тропічні широти).

Архітектурно – конструктивний тип судна – самохідне, сталеве, двопалубне, двогвинтове. Основні характеристики науково-дослідного судна:

- найбільша довжина, м	111,0;
- ширина найбільша, м	16,6;
- висота борта до верхньої палуби, м	9,5;
- осадка середня, м	5,5;
- водотоннажність, т	6358;
- швидкість, вузлів	18;
- потужність силової установки, к.с.	7200;
- дальність плавання при швидкості 13 вузлів, милі	30000;
- автономність плавання, діб	50;
- екіпаж, чол.	66;
- науковий персонал, чол.	59.

1.2. Характеристика електрообладнання судна

Основним родом струму на судні прийнято змінний струм частотою 50 Гц. Електроенергія розподіляється при таких величинах напруги:

- 380 В трьохфазного струму для силових споживачів;
- 230 В трьохфазного і однофазного струму для основного та аварійного освітлення, сигнально – розпізнавальних вогнів, камбузного та побутового обладнання;
- 24 В однофазного струму для підключення переносного низьковольтного освітлення;
- 12 В однофазного струму для підключення переносного низьковольтного освітлення;
- 24 В постійного струму для тимчасового акумуляторного освітлення.

В якості джерела електроенергії у складі судової електростанції встановлені:

- три генератора трьохфазного струму, синхронні, типу МСК500-1000, номінальною потужністю 440 кВт, при напрузі 380 В, частотою 50 Гц, швидкістю обертання 1000 об/хв., коефіцієнт потужності – 0,92, з автоматичним регулюванням напруги та системою самозбудження з приводом від дизелю.

- один аварійний дизель – генератор з автоматичним запуском при зникненні напруги на шинах головного розподільчого щиту (ГРЩ), встановлений у спеціальному приміщенні, з генератором трьохфазного струму, синхронним типу МСС-202-4, номінальною потужністю 100 кВт, при напрузі 380 В, швидкістю обертання 1500 об/хв., частотою 50 Гц, при коефіцієнті потужності 0,8 та з автоматичним регулюванням напруги і системою самозбудження.

Для живлення споживачів електроенергією напругою, що відрізняється від 380 В на судні встановлені трансформатори, перетворювачі частоти, випрямні пристрої.

На судні встановлені дві лужні акумуляторні батареї типу 5НК-125, напругою 24 В для живлення тимчасового аварійного освітлення, магнітного компасу, магнітного телеграфу, сигналізації о запуску вогнегасного составу. Також встановлені дві лужні батареї типу 5НК-55, для живлення авральної сигналізації і вісім кислотних батарей типу 6СТК-128, для стандартного запуску аварійного дизель-генератору.

Розподіл електроенергії проводиться по фідерно – груповій системі. Для розподілу електроенергії і контролю за роботою генераторів на судні встановлені:

- на центральному посту керування – головні розподільчі щити;
- у приміщенні аварійного дизель – генератору – аварійний розподільчий щит (АРЩ).

Дистанційне керування і контроль за роботою електростанції здійснюється із щита керування типу, розташованого на центральному посту керування. В якості електроприводів допоміжних та побутових механізмів використані асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором та з прямими пуском за допомогою магнітних пускачів.

Рульовий електропривод керується із румпельного відділення (місцеве керування) та з навігаційної рубки, і оснащений звуковою сигналізацією при виходу із норми робочих параметрів.

В якості електроприводів брашпиля, вантажних лебідок і швартових шпилів використані багатошвидкісні асинхронні електродвигуни с переключенням числа пар полюсів, з керуванням за допомогою контролерів і командоконтролерів.

Для приводу холодильних установок кондиціонування і провізійних комор, загальносудових вентиляторів та інших механізмів систем передбачені коротко замкнуті асинхронні двигуни.

В якості електроприводів механізмів машинного відділення використані коротко замкнуті асинхронні двигуни з прямим пуском за допомогою магнітних пускачів.

Загальне освітлення виконане на напругу 220 В змінного струму з живленням від секції напругою 230 В головного розподільчого щита, через районі групові щити освітлення.

Аварійне освітлення виконане на напругу 220 В змінного струму і є частиною основного освітлення, що отримує живлення від секції напруги 220 В АРЩ через групові щити освітлення.

1.3. Режими роботи та класифікація суднових вантажопідйомних механізмів

Суднові вантажопідйомні механізми (лебідки, крани, ліфти, стріли, транспортери, тельфери) по призначенню підрозділяються на вантажні, пасажирські, шлюпкові, буксирні і спеціальні (на судах технічного флоту).

По режиму роботи ці механізми поділяються на дві групи,- короткочасного та повторно-короткочасного режиму. Вантажопідйомні механізми можуть бути з одним, двома та трьома електродвигунами. У механізмах з двома двигунами один із двигунів служить для підйому та спуску вантажів, другий забезпечує операції з порожніми захватами; у тих, що мають три двигуни один призначений для підйому - спуску вантажів, другий - для повороту, третій - для зміни вильоту стріли. Крім того, вантажопідйомні механізми можуть мати додаткові

електродвигуни для приводу вентилятора незалежного охолодження або електрогідравлічного гальма.

У світовому суднобудуванні випускаються судові піднімальні механізми на наступне максимальне навантаження: 0,5; 1,5; 3; 5 та 10т. Механізми вантажопідйомністю 0,5 та 1,5т, як правило, встановлюються на річкових судах. На спеціальних судах можуть бути встановлені вантажопідйомні механізми на інше навантаження.

Електропривод вантажопідйомних механізмів поряд із забезпеченням необхідної їхньої продуктивності повинен гарантувати безпеку й схоронність вантажу. Тут важливу роль грає мінімальна швидкість опускання вантажу, так називана «посадкова». При перевантаженні спеціальних вантажів і виконанні монтажних операцій посадкова швидкість повинна бути $v_{\text{пос}} = 1,5 - 3$ м/хв. виходячи з умов особливо точної та плавної посадки, наприклад судових секцій і вузлів механізмів та машин.

Для вантажопідйомних механізмів великої продуктивності доводиться погоджувати протилежні вимоги безпеки продуктивності, у силу чого посадкова швидкість приймається в межах $v_{\text{пос}} = 6 - 15$ м/хв.

Проміжні швидкості між v_{max} та $v_{\text{пос}}$ вибираються з таким розрахунком, щоб забезпечувався постійний коефіцієнт наростання швидкості, що дозволяє мати найбільш високу середню швидкість за цикл. Так, наприклад, для тришвидкісних систем рекомендують співвідношення швидкостей 1:2:4 або 1:3:6, для чорирьохшвидкісних-1:2:4:6.

Для звичайних вантажопідйомних механізмів значення прискорень у процесі вантажних операцій лежать у межах $1,8-3,5$ м/с², а уповільнень - до 5 м/с².

До вантажного устаткування судна відноситься комплекс обладнання, механізмів і конструкцій, які забезпечують навантаження та розвантаження судна, а також переміщення вантажів всередині його. Класифікація судових пристроїв приведена на рис. 1.1.

КЛАСИФІКАЦІЯ СУДОВИХ ВАНТАЖНИХ ПРИСТРОЇВ

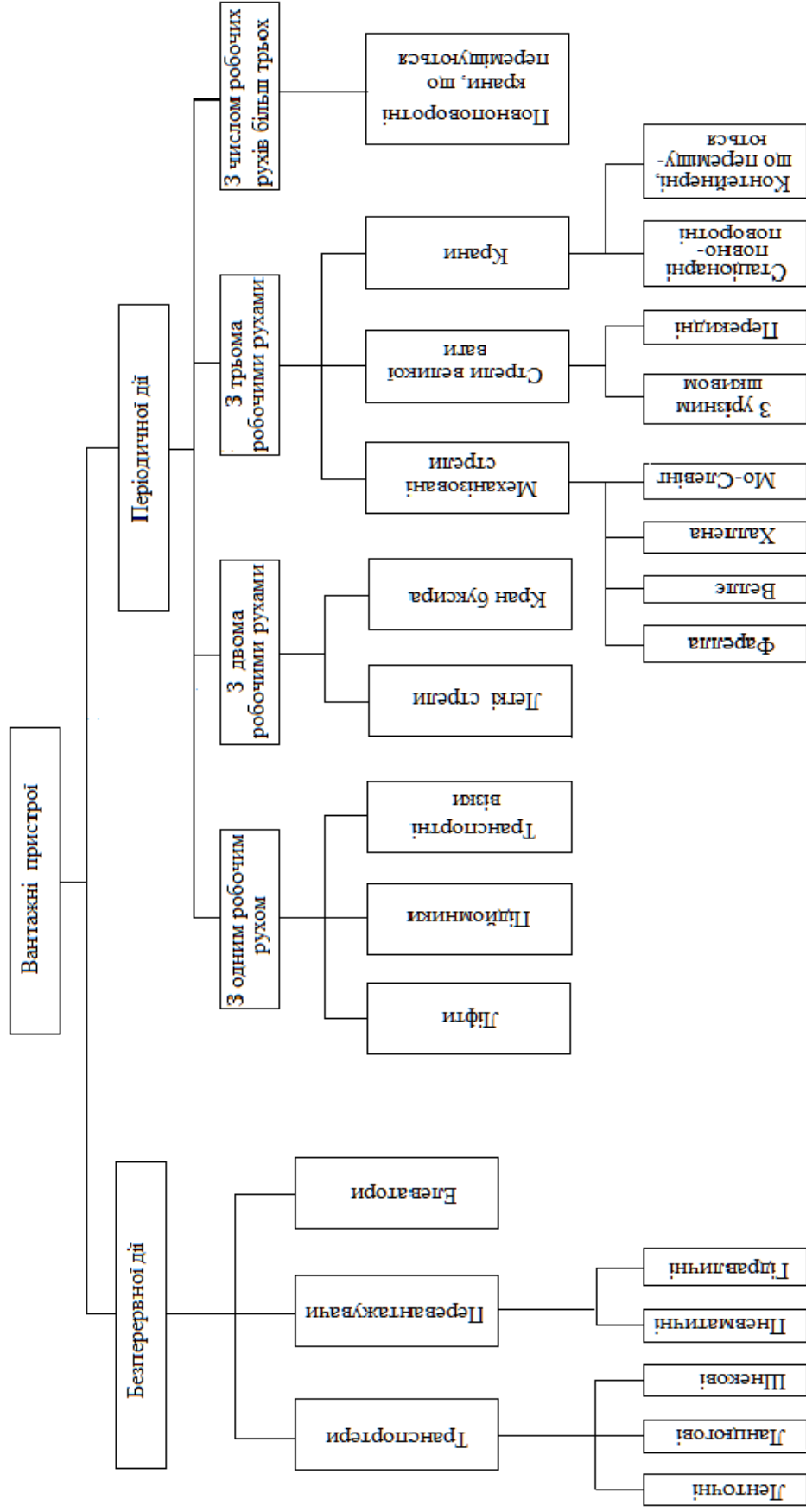


Рисунок 1.1

По принципу дії розрізняють вантажні пристрої безперервної та періодичної дії. Вантажні пристрої безперервної дії (стрічкові та ланцюгові транспортери, пневматичні та шнекові перевантажники, елеватори) забезпечують безперервний потік вантажів. Функціонування вантажних пристроїв періодичної дії характеризується робочим циклом, що включає робочий хід (перенос вантажу) і холостий хід (повернення вантажопідйомного елемента за черговою партією вантажу). Основні види вантажних пристроїв періодичної дії – судові стріли і крани.

В якості внутрішніх судових вантажних засобів, що забезпечують переніс вантажів з одної палуби на іншу, використовують ліфти та підіймачі.

Основні характеристики вантажних засобів періодичної дії наступні:

- Вантажопідйомність – максимальна вага вантажу, що піднімається безпечно.
- Продуктивність - вага вантажу, що передається в заданий проміжок часу;
- Розподільча здатність – відношення площі, на яку може доставити вантаж даний вантажний пристрій без перерви в робочому циклі для переобладнання, до всієї площі, що обслуговується цим пристроєм.

Розподільча здатність вантажного пристрою залежить від числа робочих рухів. Робочий рух є напрямок зміни положення вантажу при роботі тільки одного із пристроїв, що забезпечує переміщення вантажу. Для пристрою, стаціонарно закріпленого на судні, максимальне число робочих рухів – три. У кранів, що рухаються – чотири (додається переніс вантажу при переміщенні крана).

Вантажні пристрої зі стрілами відрізняються високим положенням точок кріплення, облаштування, що тримає стрілу у робочому положенні. Для цієї мети використовуються щогли та надбудови.

В залежності від забезпечення стріли механізмами (лебідками, що входять до комплекту обладнання саме цієї стріли) для виконання робочих рухів розрізняють звичайні та механізовані стріли. Так, звичайна легка

стріла не може змінювати виліт, маючи вантаж на гаку. Іноді поворот Механізовані стріли, як легкі, так і великої ваги, мають три робочі рухи.

Суднові вантажні крани на відміну від стріл зв'язані з корпусом судна тільки своїми опорними конструкціями. Шківи для запасу тросу рухомого такелажу розміщуються на стрілі та на корпусі крану. По засобу кріплення розрізняють стаціонарні та рухомі крани. По принципу роботи – повноповоротні, порталні з консолями, порталні з вантажозахоплювальним елементом в межах порталу. Практично всі варіанти кранового обладнання зводяться до одного з приведених вище або до їх комбінацій.

1.4. Вимоги до електроприводів вантажопідійомних механізмів та типи електродвигунів для них

До електроприводів вантажопідійомних механізмів висувають наступні вимоги:

- мінімальна тривалість перехідних процесів;
- надійне електричне гальмування в режимі спуска повного вантажу;
- точна зупинка при гальмуванні;
- забезпечення заданої продуктивності та регулювання частоти обертання в діапазоні 20-100% у руховому режимі при повному навантаженні;
- стійка робота на малих посадкових швидкостях;
- забезпечення значних швидкостей операцій з порожніми захватами (до 300% від номінальної);
- забезпечення збільшених швидкостей спуска вантажів при роботі в генераторному режимі (до 200% від номінальної).

При виборі типу двигуна вантажопідійомних механізмів необхідно враховувати особливості роботи їхніх електроприводів:

- велику частоту пусків і гальмувань;
- пуск під повним навантаженням;

- роботу зі змінним навантаженням від 10 до 100%, а також з короткочасним перевантаженням;
- наявність значних механічних перевантажень на вал і на підшипники електродвигуна;

Умови роботи вантажопідйомних механізмів вимагають від приводів реверсивного електродвигуна з електричним регулюванням швидкості при підйомі та спуску вантажів, з електричним і механічним гальмуванням.

На постійному струмі для малої та середньої потужностей найбільше застосування мають двигуни послідовного і змішаного збудження. Працюючи на природній характеристиці, вони повільно розганяються до сталої частоти обертання при малих навантаженнях, тому при обмеженій висоті підйому на судах максимальна швидкість не використовується, що приводить до втрати продуктивності лебідки. При спуску вантажів послідовна обмотка збудження підключається паралельно якорю. Посадкові швидкості забезпечуються складними схемами вмикання двигуна.

Схема керування повинна забезпечувати надійність роботи при наявності рекуперації енергії в електричну мережу під час спуску вантажу. Якщо в цей час більшість споживачів відключена від суднової мережі, то в ній можуть виникнути небезпечні перенапруги. Для їхнього усунення застосовують реле максимальної напруги, що забороняє роботу при напрузі мережі, яка дорівнює $(1,3—1,4)U_n$.

Повне використання властивостей двигунів змішаного збудження і разом з тим більша економічність у витраті енергії на регулювання досягаються завдяки глибокому багатоступінчастому регулюванню магніторухликої сили, незалежної обмотки двигуна та застосуванню таких схем, при яких в елементах силового ланцюга витрачається мінімум енергії.

Для привода ліфтів і транспортерів використовують двигуни постійного і змінного струму із жорсткими механічними характеристиками.

Системи Г - Д найпоширеніші в схемах керування приводами:

- лебідок великої потужності та спеціальних (буксирні, рятувальні, технічного флоту);
- кранів відповідального призначення (монтажні або для перевантаження відповідальних вантажів), де особливо потрібна мала посадкова швидкість, що диктується технологією установки вантажу;
- високопродуктивних вантажних лебідок, де система Г - Д дозволяє різко підняти термін служби електропривода.

Застосування системи Г - Д дає, з одного боку, зменшення пускових і гальмових втрат, виключення силових комутаційної апаратури, а з іншого боку, - підвищення експлуатаційних якостей вантажної лебідки (зокрема, продуктивності) у результаті скорочення часу розгону та гальмування двигуна при операціях з малими вантажами.

Використання для вантажопідйомних механізмів електропривода змінного струму зустрічає ряд ускладнень, викликаних невідповідністю механічних характеристик асинхронних двигунів вимогам, запропонованим до електропривода цих механізмів.

1.5. Характеристика вантажопідйомних механізмів

Підйомні механізми як об'єкти керування характеризуються багато режимністю роботи.

Підйомні механізми працюють при циклічних знакозмінних навантаженнях та швидкостях. Тривалість одного циклу складається із тривалості машинного часу підйомного механізму і тривалості пауз. Тривалість пауз визначається швидкістю стропування вантажу. За абсолютною величиною тривалість пауз міняється в дуже широких межах.

Машинний час підйомного механізму складається із тривалості його роботи на окремих швидкостях. Тривалість використання тієї чи іншої швидкості за цикл залежить від абсолютних значень швидкостей руху вантажо - захватувального пристрою, від типу вантажу, що оброблюється, та організації вантажних операцій. „Повзуча” швидкість при великій циклічності вантажних операцій використовується в основному для підтаскування вантажів.

При низькій циклічності роль „посадочної” швидкості зростає. Належний підбір „посадочної” швидкості значною мірою впливає на загальну тривалість машинного часу підйомного механізму за цикл.

Таким чином, діапазон змін швидкостей підйомного механізму при навантажувально-розвантажувальних роботах повинен бути широким. Підйомний механізм тривалий час без перерв повинен забезпечувати вантажні операції з різною циклічністю і з більшим значенням машинного часу.

Проведені досліді дозволяють зробити висновок, що тривалість використання тієї чи іншої швидкості підйомного механізму знаходиться в залежності від максимального значення швидкості руху вантажозахватного пристрою без вантажу.

Аналіз дослідних даних, отриманих при роботі підйомних механізмів з високою циклічністю, показує, що останні забезпечуються скороченою тривалістю пауз в кожному циклі, зменшенням часу роботи на малих швидкостях та більш повним використанням високих швидкостей.

Маючи дані режимів роботи підйомних механізмів, можна визначити оптимальні швидкісні характеристики підйомних механізмів і параметри режимів, на які повинен бути розрахований електричний привод.

Живлення підйомних механізмів здійснюється від судового змінного струму, напругою 380 В та від мережі змінного струму 220 В (формування заниженої напруги, звукова сигналізація).

В одиночному режимі на кожен із працюючих в'юшок подається номінальна напруга. В груповому режимі – на один із сумісно працюючих приводів подається номінальна напруга, а на інший занижена.

1.6. Палубні вантажопідйомні механізми судна

Розміщення вантажопідйомних механізмів на палубі судна показано на рисунку 1.2. На баку судна перед надбудовою в 4 поверхи побудовано дві щогли з вантажними стрілами, які приводяться від лебідок – приводних в'юшок та обслуговує кожна свій борт. За надбудовою розміщено дві димові труби.

РОЗМІЩЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ НА ПАЛУБІ СУДНА

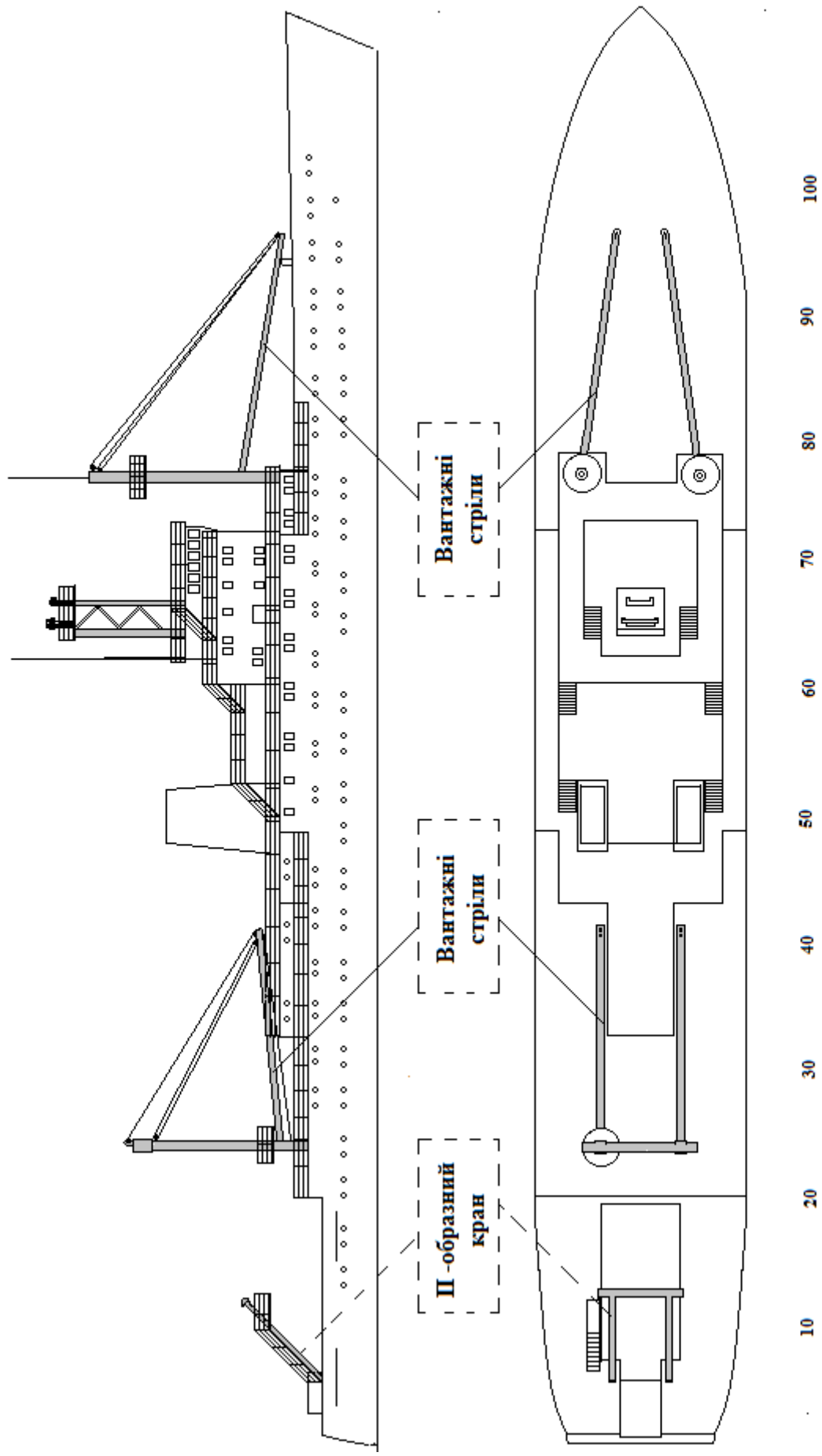


Рисунок 2.2.

Рівень автоматизації процесів управління і контролю за роботою енергетичної установки, а також загально-суднових систем забезпечує можливість несення вахти на ходу однією людиною в центральному посту управління.

Розташування устаткування в машинному відділенні виконане з урахуванням агрегатного обслуговування механізмів, трубопроводи прокладені панельним способом з мінімальною їх протяжністю. Для виконання ремонтних робіт на судні є механічна і електромеханічна майстерні, оснащені необхідним устаткуванням.

Житлові і службові приміщення відповідають сучасним вимогам і забезпечують комфортні умови екіпажу, які розмішуються в каютах кормової надбудови. Всі службові і житлові приміщення обладнані системою кондиціювання повітря та люмінесцентним освітленням.

Навігаційна рубка з компактно розташованими пультами управління забезпечує хороші умови роботи судноводіїв в різних умовах плавання.

Для обробки громадських і житлових приміщень судна широко використовується кольоровий шаруватий пластик і інші синтетичні матеріали.

Корпус надійно захищений від корозії сучасними лакофарбними покриттями. Окрім забарвлення, для захисту корпусу в підводній частині застосована автоматична катодна система. Баластні і паливно-баластні цистерни обладнані протекторним захистом.

Встановлені на судні якорний, швартовий, рульовий і шлюпочний пристрої відповідають сучасному рівню техніки і зручні в експлуатації. Автоматичні швартові лебідки полегшують несення вахтової служби при стоянках судна в порту.

Суднові побутові системи виконані з якісних матеріалів і відповідають діючим нормам.

Окрім загально суднової системи вентиляції, у всіх службових і житлових приміщеннях є одноканальна високонапірна система кондиціювання повітря.

Система кондиціонування обслуговується двома центральними кондиціонерами, при цьому передбачена рециркуляція повітря.

Холодильна установка цієї системи складається з двох компресорів. Робота установки повністю автоматизована.

Всі вантажні трюми обладнані штучною вдувною і природною витяжною вентиляцією з рециркуляцією, що забезпечує три — чотирикратний обмін повітря в годину.

Судно оснащене сучасними засобами зв'язку і радіонавігації, що забезпечують безпечне плавання судна в складних навігаційних умовах. Компактно розташоване в радіорубці і навігаційній рубці устаткування значно покращує умови роботи судноводіїв.

Судно в цілому відповідає сучасному рівню суднобудування і основним вимогам технічної і комерційної експлуатації.

2. ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ ЛІФТА НА СУДНІ

2.1. Характеристики ліфтів як об'єктів керування

Ліфтом називається стаціонарна підйомна машина періодичної дії, призначена для підйому і спуску людей та (чи) вантажів в кабіні, що рухається по жорстких прямолінійних направляючих [8].

Кабіна ліфта висить на тросах, перекинутих через шків приводного механізму та закріплених протилежними кінцями на противазі, та рухається по жорстким направляючим. Завдяки тертю тросів об шків його обертання перетворюється в їх поступальний рух. Кількість тросів диктується вимогами надійності та безпеки, при цьому кожний з них може витримати вагу кабінки та її навантаження. При необхідності збільшення тертя тросів о шків, встановлюється додатковий шків та ведучий шків обвивається тросами двічі. Підйомні машини сучасних ліфтів випускаються двох типів: з зубчатими механізмами та без них. В машинах з зубчатими механізмами обертання валу приводного двигуна передається до головного шківка через гелікоїдальну чи черв'ячною передачу; такі машини застосовуються в установках, призначених для підйому з малою швидкістю на невелику висоту. В машинах без зубчатих передач ведучий шків сидить безпосередньо на валу приводного двигуна, швидкість підйому машиною такого типу може досягати 750 м/хв.

Ліфти в залежності від вантажопотоку, висоти підйому і кількості ліфтів поділяються на одиничні і з груповим керуванням [12]. До одиничних відносяться:

- а) ліфти, що працюють на одиничних командах і викликах без попутних зупинок при опусканні та підйомі;
- б) ліфти зі збиранням вантажу при спусканні, але із заборонаю викликів при підйомі;
- в) те саме, але з реєстрацією викликів при спусканні з послідуочим їх виконанням.

До ліфтів з груповим керуванням відносяться:

а) ліфти з одною кнопкою виклику на посадочних ділянках незалежно від кількості встановлених ліфтів (частіше використовується парне керування) та зі збиранням вантажу при опусканні;

б) те саме, але з повним збиранням вантажу на проміжних поверхах під час підйому і спуску.

Основними технічними параметрами ліфта є: вантажопідйомність, швидкість руху та висота підйому кабіни [11,12].

Вантажопідйомність ліфта визначається масою найбільшого розрахункового вантажу без урахування маси кабіни та постійно розташованих в ній пристроїв.

Номінальна швидкість кабіни є швидкістю сталого руху кабіни в нормальних умовах експлуатації. Її значення обирають з наступного ряду: 0,25; 0,5; 0,71; 1; 1,4; 1,6; 2; 2,8; 4; 5,6; 7; 8 м/с. Зупиночна швидкість — швидкість, при якій вмикається механізм забезпечення потрібної точності зупинки. Ревізійна швидкість — швидкість, при якій обслуговуючий персонал оглядає обладнання шахти ліфту з криши кабіни, що рухається. Для ліфтів, що мають номінальну швидкість до 0,71 м/с, допускається ревізія при русі вниз з номінальною швидкістю. Гранична швидкість — швидкість кабіни при спрацьовуванні обмежувача швидкості та механізму вмикання вловлювачів.

Розрахункова висота підйому визначається місцем призначення ліфту.

Продуктивність ліфта залежить від вантажопідйомності, швидкості, висоти підйому, характеристик вантажопотоку, схеми організації міжповерхових перевезень та т.д. і визначається масою вантажів, що транспортуються за 1 годину роботи. Поряд зі вказаними, до ліфтів пред'являються наступні додаткові вимоги: точність зупинки відносно рівня поверхової площадки; плавність руху кабіни під час розгону та гальмування; загальнодоступність користування ліфтом; безшумність роботи; допустимий рівень електромагнітних поміх при роботі систем радіозв'язку та телебачення [11, 12].

Розглянемо роботу звичайного ліфта. Типова конструкція ліфта показана на рисунку 2.1.

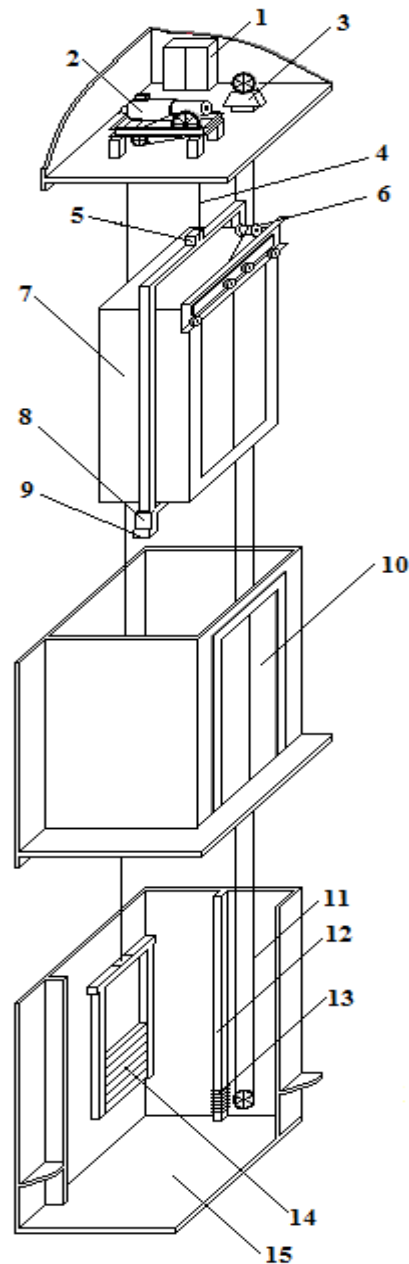


Рис.2.1. Типова конструкція ліфта

- 1 – станція керування; 2 – механізм підйому; 3 – обмежувач швидкості; 4 – підйомні канати; 5 – підвіска; 6 – механізм для відчинення дверей; 7 – кабіна ліфта; 8 – ловець; 9 – башмак; 10 – двері шахти; 11 – канат обмежувача швидкості; 12 – направляючі кабіни; 13 – буфери; 14 – противага; 15 – прਿਆмок.

Основними частинами ліфту є: кабіна, підйомна лебідка, тягові канати та канат обмежувача швидкості, противага, електродвигун, електромеханічний гальмівний пристрій, обладнання керування, направляючі для кабіни та противаги, двері шахти, обмежувач швидкості, вузли та деталі приямку, інше електрообладнання та електророзвідка [14,15].

Кінематична схема ліфту – це принципова схема взаємодії підйомного механізму з рухомими частинами ліфту, - кабіною та противагою. Кінематичні схеми ліфтів розрізняються розміщенням лебідок, конструкцією канатовідучого органу та частково призначенням.

Кінематична схема ліфтів, яки найбільш частіше зустрічаються представлена на рис. 2.2 [9, 10].

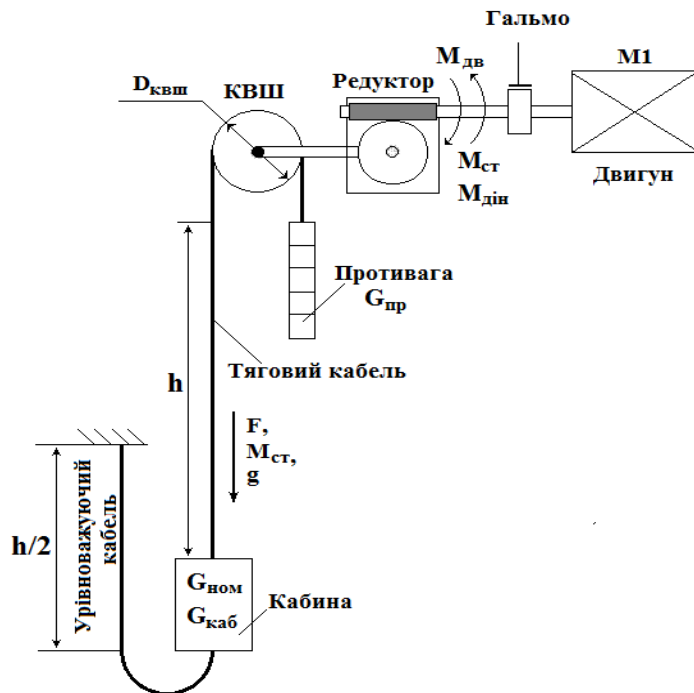


Рис. 2.2. - Кінематична схема ліфту

Основними вузлами системи є:

- двигун, який служить для створення моменту на валу КВШ;
- електромагнітне гальмо служить для створення тормозного моменту;
- черв'ячний редуктор, служить для приведення моментів на швидкохідному валу двигуна до тихохідного валу КВШ;
- канатовідучий шків (КВШ), служить для створення моменту;

- противага;
- тяговий канат;
- кабіна;
- урівноважуючий канат.

Кінематична схема, зображена на рис.2.2 представляє схему взаємодії основних вузлів ліфту, на якій показані сили взаємодії. Кабіна ліфта закріплена до тягового канату, який проходить через КВШ та прикріплюється до противаги. Двигун лебідки при подачі на нього напруги, починає обертатися, через редуктор обертальний рух поступає на КВШ. Канатоведучий шків та тяговий канат перетворюють обертальний рух в поступальний. Кабіна ліфта починає підійматися. Урівноважуючий канат необхідний для компенсації ваги тягового каната. Черв'ячний редуктор дуже простий, тому у нього ККД = 75%, а також це дозволяє кабіні знаходитися в нерухомому положенні. Гальмо служить для зупинки обертання двигуна, щоб кабіна зупинилася точно на рівні поверху (± 3 см), а також для утримання її на місці [9, 10].

Інша кінематична схема ліфту з обмежувачем швидкості показана на рисунку 2.3.

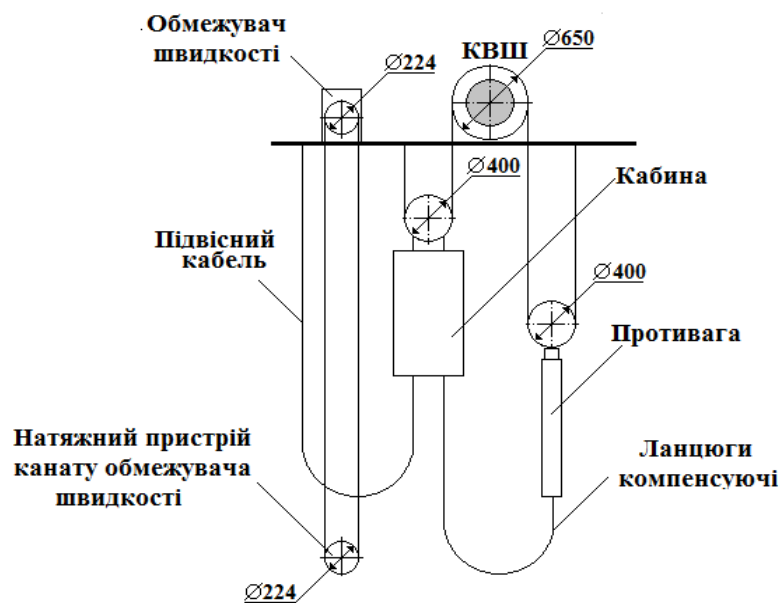


Рис.2.3. Кінематична схема ліфту з обмежувачем швидкості

Ще більш складна кінематична схема ліфту використовується фірмою «Otis».

Цей ліфт має поліспастану підвіску з кратністю поліспасти 2, при якій тягові канати, які зіходять з канатовідучого шківів, огинають поліспастанні блоки на кабіні та противазі та закріплюються на верхньому перекритті шахти в машинному приміщенні.

На ліфтах з висотою підйому більше 35 м передбачається встановлення компенсуючих ланцюгів, які кріпляться до підлоги кабіни та рами противаги. Компенсуючі ланцюги зменшують нерівномірність навантаження на привод при зміні маси тягових канатів в нижньому та верхньому положеннях кабіни [9,10].

Переміщення кабіни та противаги по направляючим здійснюється лебідкою, встановленою в машинному приміщенні, за допомогою тягових канатів. Там також розміщені обмежувачі швидкості, контролер, ввідний пристрій, кронштейн з клином для закріплення підвісного кабелю, вимикачі освітлення кабіни та шахти, розетка на напругу 36 В та пристрій натягу канатів. Ліфт управляється спеціалізованим контролером.

При натисненні кнопки викличного апарату до електроапаратури управління ліфтом подається електричний імпульс (виклик). Якщо кабіна знаходиться на зупинці, з якої поступив виклик, відчиняються двері кабіни та шахти на даній зупинці. Якщо кабіна в іншому місці, подається команда на її рух. В обмотку електродвигуна лебідки та котушку електромагніта гальма подається напруга, гальмо відпускає, та ротор електродвигуна починає обертатися.

При підході кабіни до потрібної площадки система управління ліфтом по сигналу датчиків точної зупинки переключає електродвигун лебідки на роботу з пониженою частотою обертання ротора. Швидкість руху кабіни знижується, подається команда на зупинку, та в момент, коли поріг кабіни суміщається з рівнем порога двері шахти, кабіна зупиняється, вступає в дію гальмо, включається в роботу привід дверей, і двері кабіни та шахти відкриваються. На ліфті з системою управління від контролера відбувається безступеневе

регулювання частоти обертання ротора двигуна системою частотного регулювання, що забезпечує плавні зупинку та пуск кабіни.

При натисненні кнопки наказу на панелі управління, розміщеної в кабіні, закриваються двері кабіни та шахти, кабіна відправляється на посадочну площадку, кнопка наказу якої натиснута.

Для екстреного відкривання дверей в зоні зупинки кнопковий пост має спеціальну кнопку «Двері». Кнопка дозволяє відкрити двері та тримати їх відкритими доти, доки не буде відпущена.

Після прибуття на потрібну посадочну площадку двері зачиняються, кабіна стоїть доти, доки не буде натиснута кнопка будь-якого викличного апарату.

Рух кабіни є можливим тільки при справності всіх блокувальних та запобіжних пристроїв. Спрацьовування будь-якого запобіжного пристрою призводить до розмикання ланцюга управління та зупинки кабіни [8, 11, 12].

2.2. Основні методи та засоби удосконалення системи управління ліфтом

На сьогоднішній час особливо гостро стоїть питання модернізації або повної заміни зношених ліфтів. Для вирішення цього питання необхідно вибрати найбільш економічний з точки зору енерговитрат, надійний та ефективний електропривод ліфта і його систему керування [1].

В механізмах підйому ліфтів застосовують різноманітні типи електроприводів.

На вибір типу електроприводу суттєво впливають кінематична схема ліфту, вимоги до часу руху кабіни від вихідного поверху положення кабіни до поверху призначення за викликом або наказом, обмеження на прискорення та ривки.

В приводі, що не регулюється використовують одно - та двохшвидкісні двигуни змінного струму. Одношвидкісний асинхронний привод, що не регулюється застосовується в тихохідних ліфтах з невисокими вимогами до точності зупинки кабіни. Силова схема приводу включає одно швидкісний

асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Контактори забезпечують вмикання двигуна для руху кабіни вгору та вниз за рахунок зміни чергування фаз напруги живлення. Електромагнітне гальмо отримує живлення через випрямляч й забезпечує відпускання гальма при вмиканні привода та вводі в дію гальма при відключенні привода, коли кабіна підходить до поверху призначення [8, 11, 16].

В двохшвидкісному асинхронному приводі ліфта використовується асинхронний двигун з короткозамкненим ротором та двома статорними обмотками великої та малої швидкості. В обмотці малої швидкості ліфтових двигунів число пар полюсів звичайно в три, чотири або шість разів перевищує число пар полюсів обмотки великої швидкості, що обумовлює зменшену в таку ж кількість разів синхронну швидкість [8,11, 16].

Неоднорідність діаграм руху та неможливість підтримки значень прискорення в режимах розгону, уповільнення та гальмування, близькими до допустимих, збільшує середній час переміщення кабіни. Негативний вплив цих недоліків збільшується зі збільшенням швидкості привода ліфта при прагненні підвищити його продуктивність [17,18].

Застосування приводів змінного трьохфазного струму, що регулюються дозволяє суттєво стабілізувати діаграму руху (виключити неоднорідність діаграм руху при зміні завантаження кабіни) та підтримувати задане прискорення кабіни в режимах розгону, уповільнення та гальмування. Це дає можливість зменшити час переміщення кабіни та підвищити продуктивність ліфту.

Найбільш прогресивним є частотний привід із застосуванням одношвидкісних електродвигунів. Його основні переваги [17, 18]:

- дешевий двигун завдяки використанню пазової зони тільки для однієї обмотки;
- строк служби н надійність таких лебідок значно вище традиційних, оскільки вся система привода забезпечує ідеальний S - образний режим розгону

та гальмування, усі механічні конструкції не зазнають зайвих електродинамічних навантажень;

- двигуни розганяються та гальмуються при струмі в декілька разів менших, ніж при двох швидкісному виконанні;

- гальмівна система фактично не зноситься, оскільки гальмівні колодки накладаються на гальмівний диск при частотах обертання електродвигуна, близьких до нуля;

- двигуни з приводом, що частото регулюється, в якому забезпечуються задані моменти при будь-якій швидкості, сумісною з частотами інвертора.

На рис. 2.4 показана силова схема перетворювача частоти (ПЧ).

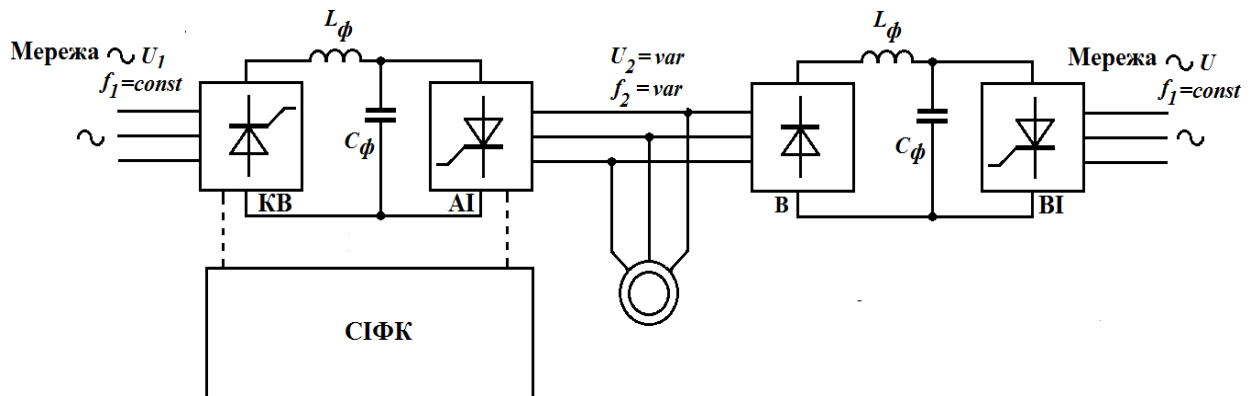


Рис.2.4. Типова структурна схема перетворювача частоти

КВ – керований випрямляч;

АІ – автономний інвертор;

В – некерований випрямляч;

ВІ – вихідний інвертор;

СІФК – система імпульсно-фазового керування

В сучасних ліфтах використовуються два принципи управління [18]:

- розімкнений, при якому для управління приводом лебідки використовують сигнали, що формуються в логічній управляючій системі (станції управління). Можливі зміни параметрів кабіни та лебідки в процесі роботи не враховуються;

- замкнений, що дозволяє враховувати всі зміни параметрів та керувати приводом за сигналами, що отримують від логічної управляючої системи, а також враховувати результати функціонування приводу. Внаслідок цього система управління силовим приводом дає можливість збільшити точність зупинки, підвищити плавність руху кабіни.

Таким чином, аналіз інформації дозволяє зробити висновок, що в якості базисної програми з енергозбереження на ліфтах необхідно розглядати впровадження електроприводів, що частото регулюються, головний елемент яких — частотний перетворювач.

Застосування електроприводів, що частото регулюються для підйомного пристрою ліфта значно підвищує комфортність під час руху кабіни, забезпечує безшумність та високу точність зупинки, збільшує довговічність механічного обладнання, а також дозволяє знизити витрати електроенергії на 40-60%. Знижує експлуатаційні витрати на капітальний ремонт обладнання за рахунок значного зниження динамічних навантажень в елементах кінематичного ланцюга. Зниження споживання електроенергії досягається завдяки значному (в 5-6 раз) зменшенню махових мас лебідки, що обертаються, що виключає невиробничі втрати в перехідних пуско - гальмівних режимах, - плавні перехідні процеси дозволяють знизити динамічні навантаження в елементах кінематичного ланцюга приводу ліфта, що призводить до збільшення строку служби редуктора головного приводу, канату ведучого шківів, тормозних колодок, електродвигуна, тягових канатів, елементів підвіски противаги [17, 18].

Проведений аналіз електроприводів відповідно до вимог, що пред'являються до ліфтів, а також їх систем керування показав, що в ліфтовому господарстві необхідно впроваджувати асинхронний електропривод з перетворювачем частоти і мікропроцесорною системою керування.

Перетворювачі частоти з мікропроцесорною системою керування забезпечать плавне безступінчасте регулювання швидкості асинхронного двигуна, безконтактний реверс та захист від перевантаження.

2.3. Система керування ліфтом та її структурна схема

Системи управління ліфтами за технічними засобами здійснення викличних та позиційно-узгоджувальних пристроїв можуть бути поділені на три групи [19]: системи із застосуванням переважно контактено-релейного обладнання, системи із застосуванням переважно статичних логічних елементів, комбіновані системи із застосуванням як електронної та безконтактної апаратури, так і релейно-контактної [8].

Загальною ознакою сучасних систем управління є подача команд для виконання викликів та наказів натисненням кнопок), тому всі системи за способом управління можуть бути названі кнопковими.

Команда для початку руху ліфта подається за допомогою пристрою наказів та викликів, в якості якого звичайно використовуються кнопки управління, кнопкові пости та кнопкові панелі.

Команда від пристрою наказів та викликів поступає у вузол, який здійснює запам'ятовування та наступне зняття відповідних команд після їх виконання. Схемне рішення цього вузла залежить від черговості виконання викликів кабіни та від типу елементів, що застосовуються в якості запам'ятовуючих пристроїв (залипаючи кнопки, одно- та двохобмоткові електромагнітні реле та безконтактні елементи) [9-11].

Найбільш складним та відповідальним вузлом схеми управління ліфтовою установкою є позиційно - узгоджувальний пристрій (ПУП), який служить для визначення положення кабіни в шахті та видачі сигналів для руху кабіни в потрібному напрямку та її зупинки. Конструктивно ПУП виконують у вигляді набору електромеханічних перемикачів, що розмішені в шахті чи змонтовані в спеціальних приладах — копірапаратах чи селекторах, які знаходяться у машинному приміщенні та зв'язані з кабіною механічним або електричним зв'язком [12].

Схема системи управління одиночним ліфтом в режимі нормальної роботи представлена на рис. 2.5.

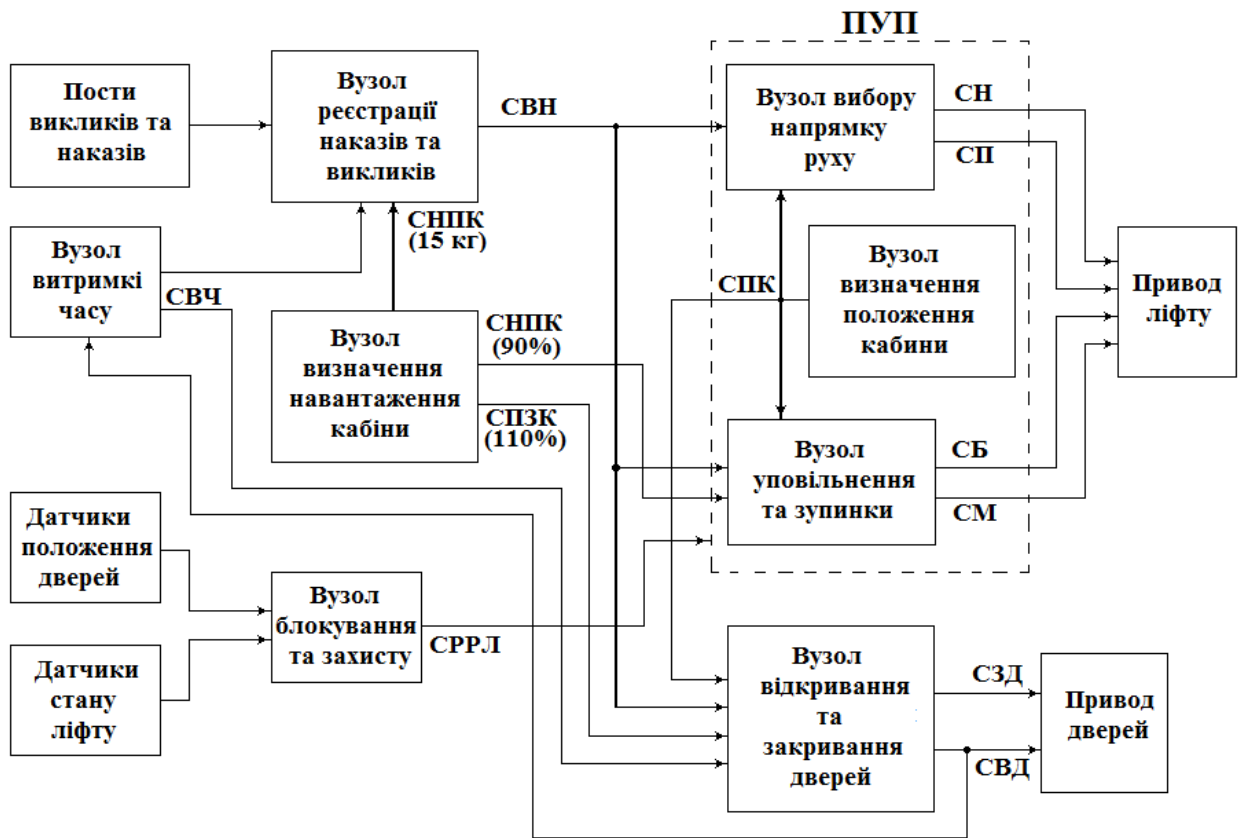


Рис. 2.5. Схема системи управління одиночним ліфтом в режимі нормальної роботи

ПУП — позиційно - узгоджувальний пристрій, СВ — сигнал руху вгору, СН — сигнал руху вниз, СБ — сигнал великої швидкості, СМ — сигнал малої швидкості, СЗД — сигнал закриття дверей, СВД — сигнал відкриття дверей, СВЧ — сигнал витримки часу, СВН — сигнали про виклики та накази, СНПК — сигнал про наявність вантажу в кабіні, СПЗК — сигнал про повне завантаження кабіни, СПГК — сигнал про перевантаження кабіни; СРРЛ — сигнал регулювання розгону ліфта, СПК — сигнал положення кабіни.

Системи управління ліфтами виконуються із застосуванням релейно-контактної апаратури, безконтактної логіки та мікропроцесорної техніки. Перші два рішення в теперішній час практично не реалізуються, тому в дипломній роботі розробляємо мікропроцесорну систему управління.

Використання мікропроцесорної техніки зменшує кількість елементів, що використовуються та спрощує електричну схему та збільшує функціональні можливості системи управління і робить її більш універсальною [1].

Як правило, мікропроцесорні системи забезпечують збір інформації в необхідному обсязі, забезпечують точні дані за мінімальні проміжки часу, та в цілому в багато разів покращують всі показники [1, 11].

Цілями створення мікропроцесорної системи управління є: підвищення точності системи, підвищення надійності роботи системи управління, підвищення якості обслуговування та безпеки.

Спрощена структурна схема системи управління вантажним ліфтом на судні зображена на рисунку 2.6 (вказані лише основні елементи схеми та зв'язки між ними).

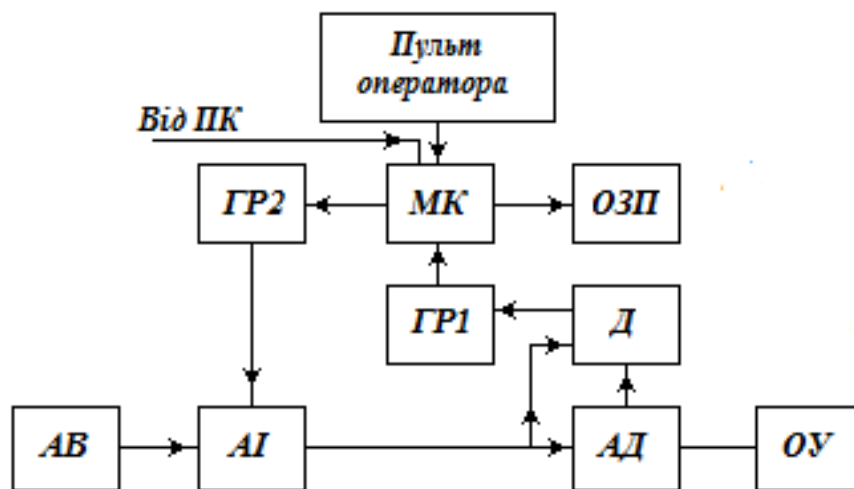


Рис. 2.6. - Спрощена структурна схема системи управління вантажним ліфтом:

МК - мікроконтроллер; ОЗП – оперативно-запам'ятовуючий пристрій; ГР1, ГР2 — гальванічні розв'язки; Д — датчики; АВ — автономний випрямляч; АІ — автономний інвертор; АД — асинхронний двигун; ОУ — об'єкт управління.

2.4. Аналіз сучасних перетворювачів частоти та їх використання

Частотний перетворювач служить для плавного регулювання швидкості асинхронного електродвигуна або синхронного двигуна за рахунок створення на виході перетворювача електричної напруги заданої частоти. Частотний перетворювач — це пристрій, що складається з випрямляча (моста постійного струму), що перетворить змінний струм промислової частоти в постійний, та інвертора (перетворювача), що перетворить (іноді із ШІМ) постійний струм, у змінний необхідних частоти та амплітуди. Вихідні тиристори (GTO) або транзистори (IGBT) забезпечують необхідний струм для живлення електродвигуна. Для поліпшення форми вихідної напруги між перетворювачем і двигуном іноді ставлять дросель, а для зменшення електромагнітних перешкод — Емс-Фільтр.

Перетворювач частоти складається з електричного привода і керуючої частини. Електричний привод частотного перетворювача складається зі схем, до складу яких входять тиристори або транзистори, які працюють у режимі електронних ключів. В основі керуючої частини перебуває мікропроцесор, який забезпечує керування силовими електронними ключами, а також розв'язання великої кількості допоміжних завдань (контроль, діагностика, захист).

Залежно від структури та принципу роботи електричного привода виділяють два класи перетворювачів частоти:

1. З безпосереднім зв'язком.
2. З явно вираженим проміжною ланкою постійного струму.

Кожний з існуючих класів перетворювачів має свої гідності й недоліки, які визначають область раціонального застосування кожного з них.

У перетворювачах з безпосереднім зв'язком електричний привод являє собою керований випрямляч. Частота вихідної напруги не може бути рівна або вище частоти живильної мережі. Вона перебуває в діапазоні від 0 до 30 Гц.

Використання тиристорів, що не запираються, потребує відносно складних систем управління, які збільшують «різану» синусоїду на виході перетворювача з безпосереднім зв'язком є джерелом вищих гармонік, які

викликають додаткові втрати в електричному двигуні, перегріву електричної машини, зниження моменту, дуже сильні перешкоди в живильній мережі. Застосування пристроїв, що компенсують, приводить до підвищення вартості, маси, габаритів, зниженню ККД системи в цілому.

Найбільш широке застосування в сучасні частотне регульованих приводах знаходять перетворювачі з явно вираженим ланкою постійного струму. У перетворювачах цього класу використовується подвійне перетворення електричної енергії: вхідна синусоїдальна напруга з постійною амплітудою та частотою випрямлюється у випрямлячі, фільтрується фільтром, згладжується, а потім знову перетвориться інвертором у змінну напругу змінюваної частоти та амплітуди. Подвійне перетворення енергії приводить до зниження ККД і до деякого погіршення массо-габаритних показників стосовно перетворювачів з безпосереднім зв'язком.

Для формування синусоїдальної змінної напруги використовують автономний інвертор, який формує електричну напругу заданої форми на обмотках електродвигуна (як правило, методом широтно-імпульсної модуляції). У якості електронних ключів в інверторах застосовуються тиристори, що GTO і їхні вдосконалені модифікації GCT, IGCT, SGCT, і біполярні транзистори з ізолюваним затвором IGBT.

Головною перевагою тиристорних перетворювачів частоти, як і в схемі з безпосереднім зв'язком, є здатність працювати з більшими струмами та напругами, витримуючи при цьому тривале навантаження та імпульсні впливи. Вони мають більш високий ККД (до 98 %) стосовно перетворювачів на IGBT транзисторах.

Перетворювачі частоти є нелінійним навантаженням, що створює струми вищих гармонік у живильній мережі, що приводить до погіршення якості електроенергії.

У вихідних каскадах інвертора як ключів використовуються силові IGBT-Транзистори. У порівнянні з тиристорами вони мають більш високу

частоту перемикання, що дозволяє виробляти вихідний сигнал синусоїдальної форми з мінімальними викривленнями.

Типова схема підключення перетворювача частоти приведена на рисунку 2.7, а схема призначення виводів перетворювача приведена на рисунку 2.8.

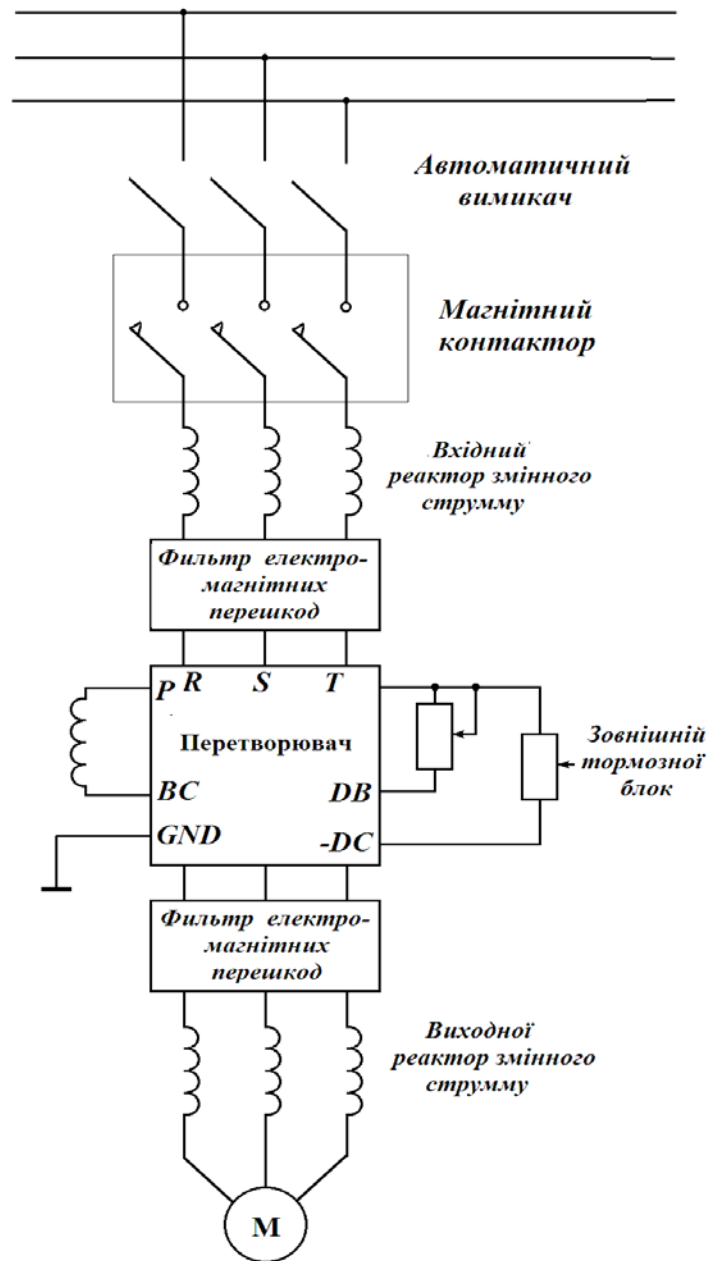


Рис.2.7. Рекомендована схема підключення перетворювача частоти до двигуна змінного струму

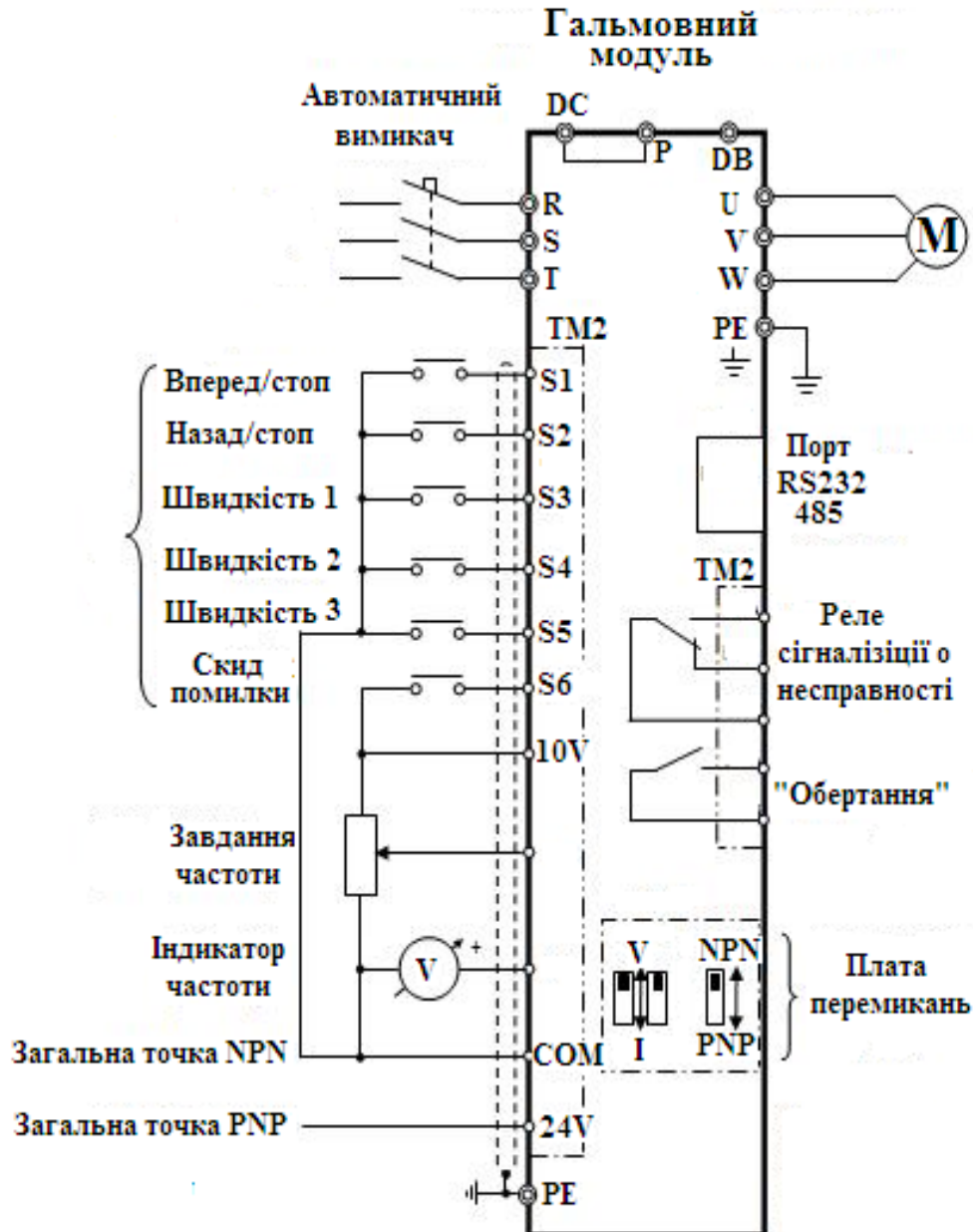


Рис.2.8. Призначення виводів перетворювача частоти

Перетворювачі частоти по побудові можуть бути розбиті на два типи:

- а) двозвенні перетворювачі частоти (ДПЧ);
- б) безпосередні перетворювачі частоти (БПЧ).

У ДПЧ перша ланка являє собою випрямляч (керований або некерований) з фільтром на виході, а друге – автономний інвертор. Таким чином, навантаження пов'язана з мережею через дві ланки, і відбувається дворазове перетворення енергії. Друга ланка в ДПЧ може бути виготовлена як на основі

автономного інвертора напруги (АІН), так і на основі автономного інвертора струму (АІТ). ДПЧ дозволяють одержати на виході частоти як менші, так і більші вхідних. Їхній недолік – подвійне перетворення енергії, провідне до збільшення втрат. НПЧ виконуються на основі реверсивних перетворювачів. Однофазний НПЧ являє собою двокомплектний реверсивний перетворювач, на виході якого підключено навантаження. Кожний комплект вентилів пропускає одну півхвилю струму. Трифазний НПЧ являє собою три реверсивних перетворювача, кожний з яких харчує одну фазу.

Автоматичний перемикач має функцію захисту от перенапруги, яка запобігає відмові зовнішнього устаткування. При установці автоматичного вимикача ураховуйте його навантажувальну здатність.

· Магнітний контактор для від'єднання от головного джерела живлення у випадку відмови перетворювача та запобігання перезапуску після вимикання живлення і відмови перетворювача. Вхідний реактор змінного струму може знизити вплив нестійкого джерела трифазного живлення змінного струму, поліпшити коефіцієнт потужності на стороні входу перетворювача, знизити навантаження на перетворювач при його підключенні до двигуна великої потужності, яка може привести до ушкодження ланцюга випрямляча. Реактор змінного струму необхідно встановлювати в кожному з наступних випадків:

1. Нестійкість живлення вище 3%.
2. Навантажувальна здатність по потужності як мінімум 500 кВа і більш ніж в 10 раз перевищує навантажувальну здатність перетворювача.

Промисловістю різних держав виготовляються перетворювачі частоти на широкий діапазон потужностей, напруги, робочої частоти. Наприклад, перетворювачі серії PR6000 діляться по напрузі на два класи: 220 В и 380 В.

Відповідний діапазон потужностей електродвигунів складає 0,75 кВт ~ 315 кВт.

Моделі трифазних і однофазних перетворювачів серії PR6000 представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Параметри трифазних перетворювачів серії PR6000

Модель	Номінальна потужність, кВА	Номінальний струм на виході, А	Припустима потужність двигуна, (кВт)
PR6000-0007T3G	1,5	2,3	0,75
PR6000-0015T3G	3,7	3,7	1,5
PR6000-0022T3G	4,7	5,0	2,2
PR6000-0040T3G	6,1	8,5	4,0
PR6000-0055T3G	11	13	5,5
PR6000-0075T3G	14	17	7,5
PR6000-0110T3G	21	25	11
PR6000-0150T3G	26	33	15
PR6000-0180T3G	31	39	18,5
PR6000-0220T3G	37	45	22

Параметри перетворювачів частоти іншої фірми приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Параметри перетворювачів частоти типів C200/C100

Марка перетворювача	Напруга на вході, В	Номінальний струм на виході, А	Допустима потужність (кВт)
C200-2T/2S-0007	220	4,0	0,75
C200-2T/2S-0015	220	7,5	1,5
C200-2T/2S-0022	220	10,0	2,2
C200-2T/2S-0037	220	16,5	3,7
C200-2T-0055	220	25	5,5
C200-2T-0075	220	33	7,5
C200-2T-0110	220	49	11
C200-2T-0150	220	65	15
C200-2T-0185	220	75	18,5

Силова схема перетворювача частоти (див. рис.2.9) містить у собі наступні пристрої.

- керований трифазний мостовий випрямляч В. Випрямляч В підключається до мережі 50 Гц через токоограничуючий реактор або, що погодить трансформатор. На стороні змінного струму керованого випрямляча встановлені датчики струму ДТ1;

- трифазний мостовий автономний інвертор струму АІ з діодами, що відтинають комутуючі конденсатори, та призначені для примусового вимикання тиристорів інвертора. На виході АІ встановлені датчики напруги ДН і струму ДТ2;

- Дросель, що згладжує, ДР у ланці постійного струму між В и АІ.

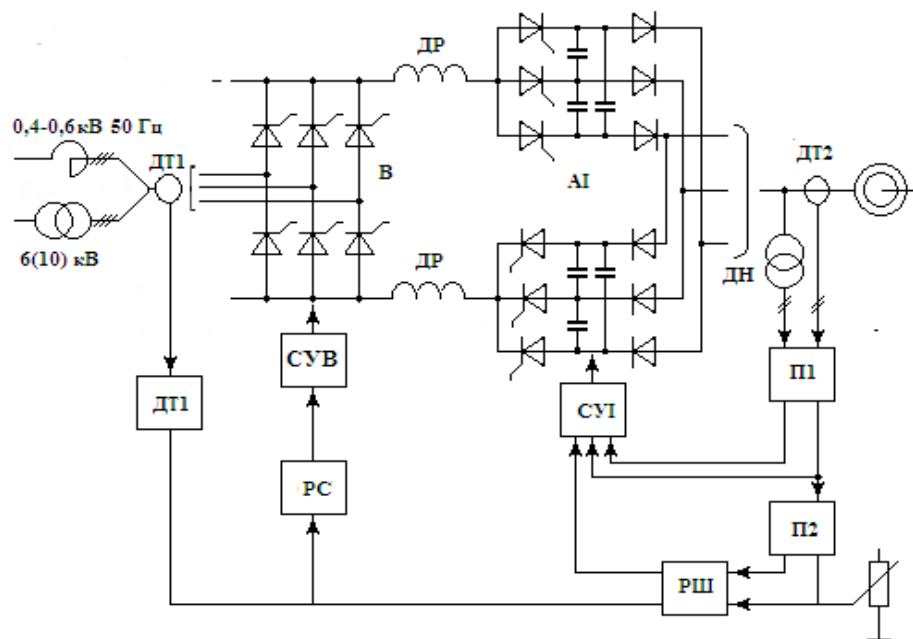


Рис.2.9. Схема силовій частини перетворювача частоти

Принцип функціонування: змінний струм частоти 50 Гц випрямлюється за допомогою керованого випрямляча, а потім перетворюється в змінний струм регульованої частоти за допомогою автономного інвертора струму. Частота змінного струму визначається частотою подачі керуючих імпульсів на тиристори інвертора, а амплітуда змінного струму регулюється зміною кута керування імпульсів випрямляча. І частота керуючих імпульсів АІ, і кут

керування імпульсів В встановлюються автоматично системою керування та регулювання, що містить наступні функціональні вузли.

- Регулятор швидкості РШ. На вході РШ рівняються сигнали завдання частоти обертання та сигнал фактичної частоти обертання. На виході регулятора швидкості одержуємо сигнал завдання амплітуди струму та завдання кута збудження між вектором струму та потоку двигуна.

- Перетворювач (пристрій) П1 виміру векторів струму та потоку двигуна. За миттєвими значенням фазних струмів і напруг вимірюються амплітуда та просторовий кут векторів струму I і напруги U .

- Перетворювач (пристрій) П2 виміру амплітуди Φ і частоти обертання вектора потоку.

Момент, що розвивається двигуном, визначається амплітудами, Φ і кутом зрушення між векторами I і U . Призначення регулятора швидкості змінювати момент двигуна таким чином, щоб фактична швидкість була рівна заданій. Саме тому на виході РШ одержуємо два сигнали: завдання ω і кут α . Зміною співвідношень між I і U можна одержати різні закони керування асинхронним двигуном, наприклад, режим ослаблення потоку двигуна, режим керування двигуном за законом М.П. Костенко та ін.

Система автоматичного регулювання величини струму двигуна (він же вихідний струм інвертора, він же вхідний струм випрямляча), включає в себе:

- регулятор струму РС, на вході якого рівняються сигнали завдання ω і фактичного струму;

- система керування випрямлячем СУВ, що формує керуючі імпульси тиристорів випрямляча, кут керування яких визначається вихідним сигналом РТ;

- керований випрямляч як силовий регулятор.

Система керування інвертором СУІ формує керуючі імпульси тиристорів інвертора. Вихідна частота змінного струму (або частота обертання вектора) визначається частотою подачі керуючих імпульсів на тиристири інвертора.

Остання формується в СУІ таким чином, щоб фактичний кут зрушення між векторами та був рівний заданому.

Система керування ПЧИТ реалізована у вигляді програми, установленної в мікроконтролері в складі перетворювача.

ПЧ мають високу завадостійкість і невелике випромінювання електромагнітних перешкод. Це досягнуте за рахунок спеціального корпусу, дроселя змінного струму, фільтра радіочастотних перешкод, а також інших технічних розв'язків. Вхідний дросель знижує також рівень вищих гармонік, які генеруються перетворювачем частоти в живильну мережу.

Для живлення зазначених механізмів обираємо перетворювачі, що забезпечують частотне регулювання електродвигуна. Як відомо в цьому випадку можливі наступні основні випадки регулювання швидкості :

- при постійному моменті, тобто при $M = \text{const}$;
- при постійній потужності, тобто при $P_2 = \text{const}$., коли момент пропорційний квадрату частоти, тобто $M = f_1^2$.

Дослідження цього питання, показує, що якщо треба, щоб двигун працював при різних частотах із практично постійними значеннями к.к.д., коефіцієнта потужності, перевантажувальної здатності та з постійним абсолютним ковзанням, то при ненасиченій сталі необхідно одночасно зі зміною частоти регулювати також напругу U_1 залежно від частоти та моменту за наступним законом:

$$\frac{U'_1}{U_1} = \frac{f'}{f_1} \sqrt{\frac{M'}{M}} ; \quad (2.1)$$

Тут U_1 і M — напруга та момент, відповідні до частоти f_1 , а U'_1 і M' — відповідні до частоті f'_1 .

При $M = \text{const}$ маємо:

$$\frac{U'_1}{U_1} = \frac{f'}{f_1} \quad (2.2)$$

Тобто напруга, що підведена до двигуна, повинна змінюватися пропорційно частоті.

При постійній потужності момент двигуна змінюється пропорційно швидкості i , отже, частоті, тобто:

$$\frac{M'}{M} = \frac{f_1}{f_1'} \quad (2.3)$$

звідки

$$\frac{U_1'}{U_1} = \sqrt{\frac{M_1'}{M_1}} \quad (2.4)$$

Якщо $M \equiv f$, то:

$$\frac{U_1'}{U_1} = \left(\frac{f_1'}{f_1} \right)^2 \quad (2.5)$$

Тобто напруга, що підводиться до двигуна повинна змінюватися пропорційно квадрату частоти.

У нашім випадку для управління механізму підйому необхідно застосувати регулювання $M=\text{const}$. Тобто регулювання при постійному моменті навантаження. Тому перетворювач повинен забезпечувати регулювання моменту навантаження пропорційне квадрату частоти.

Перетворювач для живлення двигунів підйому вибираємо потужністю 7,5 кВт серії C200-2T-0075.

3. РОЗРАХУНОК СИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

3.1. Визначення потужності та типу двигуна

Визначаємо кількість одиниць вантажу, які можуть одночасно знаходитися в кабіні ліфта вантажопідйомністю 960 кг при висоті шахти в 6 поверхів та середній вазі одиниці вантажу 80 кг [14, 15]:

$$n_n = \frac{G_{ном}}{G_{нас}}; \quad (3.1)$$

де $G_{ном}$ - вантажопідйомність, $G_{ном} = 960 \cdot 9,8 = 9408 \text{ Н}$;

$G_{нас}$ - вага одиниці вантажу, $G_{нас} = 80 \cdot 9,8 = 784 \text{ Н}$.

Визначимо кількість одиниць вантажу у кабіні:

$$n_n = \frac{9408}{784} = 12$$

Приймаємо кількість припустимих зупинок $N_0 = 6$, кількість одиниць вантажу $n_n = 12$. Знаходимо зміну вантажу кабінки за поверхами:

$$\Delta G = \frac{G_{ном}}{N_0}; \quad (3.2)$$

$$\Delta G = \frac{9408}{6} = 1568 \text{ Н}$$

Визначаємо тягове зусилля кабінки, що підіймається з 1 поверху при номінальному завантаженні:

$$F = G_{\text{каб}} + G_{\text{ном}} + 4 \cdot q_{\text{тк}} \cdot (H - h \cdot N) + q_{\text{ук}} \cdot [0,5 \cdot (N - 1) \cdot h] - G_n; \quad (3.3)$$

де - $G_{\text{каб}}$ – вага кабіни, Н.

- $q_{\text{тк}}$ – вага 1м тягнучого канату, (3,9Н);
- H – висота шахти ліфта, (17,5м);
- h – висота кабіни від підлоги до верху, (2,5м);
- N – номер поверху;
- $q_{\text{ук}}$ – вага 1м урівнозважуючого канату, (22Н);
- G_n – вага противаги, яка дорівнює: $G_n = G_{\text{каб}} + 0,4 \cdot G_{\text{ном}}, H$;

Тоді:

$$F = 0,6 \cdot G_{\text{ном}} + 4 \cdot q_{\text{тк}} \cdot (H - h \cdot N) + q_{\text{ук}} \cdot [0,5 \cdot (N - 1) \cdot h]; \quad (3.4)$$

$$F = 0,6 \cdot 9408 + 4 \cdot 3,9 \cdot (17,5 - 2,5 \cdot 1) + 22 \cdot [0,5 \cdot (1 - 1) \cdot 2,5] = 5878,8H$$

Тягове зусилля для порожньої кабіни, що спускається з 8 поверху визначають за формулою:

$$F' = 4 \cdot q_{\text{тк}} \cdot (H - h \cdot N) + q_{\text{ук}} \cdot [0,5 \cdot (N - 1) \cdot h] - 0,4 \cdot G_{\text{ном}}; \quad (3.5)$$

$$F' = 4 \cdot 3,9 \cdot (17,5 - 2,5 \cdot 6) + 22 \cdot [0,5 \cdot (6 - 1) \cdot 2,5] - 0,4 \cdot 9408 = -3586,7H$$

Статичний момент на валу двигуна в режимі підйому завантаженої кабіни визначається за формулою:

$$M_{\text{см1}} = \frac{F \cdot d}{2 \cdot i \cdot \eta}; \quad (3.6)$$

де - d - діаметр КВШ, $d=0,65\text{м}$;

- i - передаточне число редуктора, $i=30$;
- η - ККД (під час спуску та підйому ККД=0,75);

$$M_{cm1} = \frac{5878,8 \cdot 0,65}{2 \cdot 30 \cdot 0,75} = 84,92 \text{ Нм}$$

Визначаємо статичний момент на валу двигуна під час спуску порожньої кабіни [14, 15], - тягове зусилля береться з боку противаги.

$$M_{cm2} = \frac{-F' \cdot d}{2 \cdot i \cdot \eta}; \quad (3.7)$$

$$M_{cm2} = \frac{3586,7 \cdot 0,65}{2 \cdot 30 \cdot 0,75} = 51,8 \text{ Нм}$$

Тепер визначаємо час рейсу кабіни за повний хід та повний час циклу руху кабіни.

$$t_p = \frac{K_t \cdot 2 \cdot H}{V_k}; \quad (3.8)$$

де - V_k , — швидкість руху кабіни, м/с.

- K_t , - коефіцієнт, що враховує додаткові витрати часу при роботі ліфта, дорівнює 1,2.

Таким чином:

$$t_p = \frac{1,2 \cdot 2 \cdot 17,5}{1} = 42 \text{ с}$$

Загальний час (повний цикл руху кабіни) при зупинках та завантаженні-розвантаженні на кожному поверсі (кожної станції) визначається за виразом:

$$T = t_p + 2N_0 \cdot t' + N_0 \cdot t''; \quad (3.9)$$

де - t' - час відкриття та закриття дверей, $t' = 1 \text{ с}$;

- t'' - середній час завантаження та розвантаження кабіни, $t'' = 8 \text{ с}$;

- N_0 - кількість зупинок.

$$T = 42 + 2 \cdot 6 \cdot 1 + 8 \cdot 6 = 102c$$

Час руху кабіни від одного поверху до наступного визначаємо за виразом:

$$t''' = \frac{t_p}{N_{01}}; \quad (3.10)$$

де $N_{01} = 10$ - максимальна кількість зупинок за рейс.

$$t''' = \frac{42}{10} = 4,02c$$

Знайдемо розрахункову тривалість включення двигуна

$$ПВ_p = \frac{t_p}{T} \cdot 100\%; \quad (3.11)$$

$$ПВ_p = \frac{42}{102} \cdot 100\% = 41,2\%$$

Визначимо еквівалентний момент на валу двигуна з урахуванням тривалості вмикання за формулою:

$$M_{екв} = \sqrt{\frac{M_{cm1}^2 \cdot t''' + M_{cm2}^2 \cdot t'''}{2t'''}} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_p}{ПВ_{ном}}}; \quad (3.12)$$

де $ПВ_p$ — номінальна тривалість включення двигуна.

$$M_{екв} = \sqrt{\frac{84,92^2 + 51,8^2}{2}} \cdot \sqrt{\frac{41,2}{40}} = 78,3Hm;$$

Визначаємо швидкість обертання двигуна за формулою:

$$n = \frac{60 \cdot V_k \cdot i}{\pi \cdot d}; \quad (3.13)$$

- де - V_k , - швидкість руху кабіни, м/с;
 - $I=30$ — передаточне число редуктора;
 - d - діаметр КВШ, м.

$$n = \frac{60 \cdot 1 \cdot 30}{\pi \cdot 0,65} = 882 \text{ об / хв.}$$

Для малої швидкості кабіни при гальмуванні ($V_k=0,25$ м/с):

$$n_{\min} = \frac{60 \cdot 0,25 \cdot 30}{\pi \cdot 0,65} = 220 \text{ об / хв.}$$

Визначаємо потужність двигуна:

$$P = \frac{M_{\text{екв}} \cdot n}{9550}; \quad (3.14)$$

$$P = \frac{78,3 \cdot 882}{9550} = 7,2 \text{ кВт}$$

З каталогу обираємо одношвидкісний асинхронний електричний двигун типу МАП421-6ОМ1 з невеликим запасом, з характеристиками що наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристики одношвидкісного АД

Тип	$P_{\text{ном}}$, кВт	n , об/хв.	$\text{Cos}\varphi$	$I_{\text{ном}}$, А		$M_{\text{ном}}$, Нм	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$ Нм	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	J, кг·м ²	Маса, Кг
				при						
				220В	380В					
МАП421-6ОМ1	8,0	925	0,68	38,6	22,3	360	360	5,15	0,12	160

Ступінь захисту IP54, клас жаростійкості ізоляції «F»

3.2. Розрахунок динамічних моментів

Для зниження динамічних моментів, час на ділянках розгону та уповільнення треба збільшити [14, 15].

Приймаємо:

$t_{уст} = 1,5$ с - час усталеної роботи, що залежить від розміщення шунтів.

$t_{П} = 1,0$ с - час пуску двигуна, який програмується;

$t_{пер} = 0,8$ с - час переходу - програмується;

$t_M = 0,6$ с - час руху на малій швидкості, - залежить від розміщення шунтів;

$t_{Т.М} = 0,08$ с - час гальмування на малій швидкості обертання, - залежить від часу накладання гальма, розміщення шунтів та від ПЧ.

Визначаємо частоту вихідної напруги від ПЧ для великої швидкості:

$$f_1 = \frac{f_{мереж} \cdot n_{расч}}{n_{ном}}; \quad (3.15)$$

де f_1 - частота напруги, потрібної для обертання валу двигуна з частотою обертання 882 об/хв., Гц;

$n_{расч}$ - розрахункова частота обертання валу двигуна, об/хв.;

$f_{мереж}$ - частота мережі, 50 Гц;

$n_{ном}$ - номінальна частота обертання валу двигуна, об/хв.(по табл.3.1)

$$f_1 = \frac{50 \cdot 882}{925} = 47,7 \text{ Гц}$$

Визначаємо частоту вихідної напруги від ПЧ для малої швидкості обертання:

$$f_2 = \frac{f_{мереж} \cdot n_{min}}{n_{ном}}; \quad (3.16)$$

де - f_2 - частота напруги, потрібної для обертання валу двигуна з частотою обертання 220 об/хв., Гц;

- n_{min} - частота обертання валу двигуна на малій швидкості, об/хв.

$$f_2 = \frac{50 \cdot 220}{925} = 12 \text{Гц}$$

Із застосуванням ПЧ номінальна швидкість ліфта дорівнює 1 м/с, а при русі на малій швидкості 0,25 м/с. Також ПЧ забезпечує плавні переходи швидкості. Для побудови тахограми використовуємо отримані дані по часу.

3.3 Визначення моментів інерції

Кутова швидкість двигуна визначається за виразом:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{n_{\text{расч}}}{9,55}; \quad (3.17)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{882}{9,55} = 92,4 \text{рад/с}$$

Кутова швидкість двигуна визначається за виразом:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{n_{\text{min}}}{9,55}; \quad (3.18)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{220}{9,55} = 23,0 \text{рад/с}$$

Маса повністю завантаженої кабіни дорівнює:

$$m_1 = m_{\text{ном.гр}} + m_{\text{каб.}} \quad (3.19)$$

де - $m_{\text{ном.гр}}$ - маса номінального вантажу в ліфті (960 кг);
- $m_{\text{каб.}}$ - маса кабіни ліфту (274,2 кг).

$$m_1 = 960 + 274,2 = 1234,2 \text{кг}$$

Визначаємо момент інерції під час пуску та при номінальній загрузці кабіни:

$$J_{\Sigma 1} = J_{\partial \delta} + m_1 \cdot \left(\frac{V_k}{\omega_{\partial \delta}} \right)^2 ; \quad (3.20)$$

де - $J_{\partial \delta}$ — момент інерції двигуна, кг·м² (по табл.3.1);

$$J_{\Sigma 1} = 0,12 + 1234,2 \cdot \left(\frac{1}{92,4} \right)^2 = 0,265 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Визначаємо момент інерції під час пуску порожньої кабіни:

$$J_{\Sigma 2} = J_{\partial \delta} + m_{\text{каб}} \cdot \left(\frac{V_k}{\omega_{\partial \delta}} \right)^2 ; \quad (3.20)$$

$$J_{\Sigma 2} = 0,12 + 274,2 \cdot \left(\frac{1}{92,4} \right)^2 = 0,152 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Визначаємо момент інерції при переході з великої швидкості на малу при повній загрузці кабіни:

$$J_{\Sigma \text{перех}} = J_{\partial \delta} + m_1 \cdot \left(\frac{V_k - V_{\min}}{\omega_{\partial \delta} - \omega_{\min}} \right)^2 ; \quad (3.21)$$

де - V_{\min} — мала швидкість руху кабіни, м/с;

- ω_{\min} - мала кутова швидкість двигуна, рад/с.

$$J_{\Sigma \text{перех}} = 0,12 + 1234,2 \cdot \left(\frac{1 - 0,25}{92,4 - 23,0} \right)^2 = 0,264 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Визначаємо момент інерції при переході з великої швидкості на малу при порожній кабіні:

$$J_{\Sigma_{перех..м}} = J_{\delta\epsilon} + m_{каб} \cdot \left(\frac{V_k - V_{\min}}{\omega_{\delta\epsilon} - \omega_{\min}} \right)^2 ; \quad (3.22)$$

$$J_{\Sigma_{перех..м}} = 0,12 + 274,2 \cdot \left(\frac{1 - 0,25}{92,4 - 23,0} \right)^2 = 0,152 \text{кг} \cdot \text{м}^2$$

Визначимо момент інерції на малій швидкості та повній загрузці кабіни:

$$J_{\Sigma M} = J_{\delta\epsilon} + m_1 \cdot \left(\frac{V_{\min}}{\omega_{\min}} \right)^2 ; \quad (3.23)$$

$$J_{\Sigma M} = 0,12 + 1234,2 \cdot \left(\frac{0,25}{23,0} \right)^2 = 0,266 \text{кг} \cdot \text{м}^2$$

Визначаємо момент інерції на малій швидкості при порожній кабіні:

$$J_{\Sigma M.n} = J_{\delta\epsilon} + m_{каб} \cdot \left(\frac{V_{\min}}{\omega_{\min}} \right)^2 ; \quad (3.24)$$

$$J_{\Sigma M.n} = 0,12 + 274,2 \cdot \left(\frac{0,25}{23,0} \right)^2 = 0,152 \text{кг} \cdot \text{м}^2$$

4. ПОБУДОВА НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ТАХОГРАМИ І

МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОДВИГУНА

4.1. Навантажувальні діаграми двигуна

Для побудови навантажувальної діаграми двигуна визначимо динамічні моменти на ділянках:

1. Пуск;
2. Перехід з більшої швидкості на меншу;
3. Гальмування на малій швидкості.

Визначаємо динамічний момент під час пуску завантаженої кабіни:

$$M_{\text{дин}} = \frac{J_{\Sigma 1} \cdot \omega_{\text{дв}}}{t_n}; \quad (4.1)$$

де t_n - час пуску двигуна, с.

$$M_{\text{дин}} = \frac{0,265 \cdot 92,4}{1,0} = 24,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо динамічний момент під час пуску порожньої кабіни:

$$M_{\text{дин.н}} = \frac{J_{\Sigma 2} \cdot \omega_{\text{дв}}}{t_n}; \quad (4.2)$$
$$M_{\text{дин.н}} = \frac{0,152 \cdot 92,4}{1,5} = 9,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо динамічний момент при переході з великої швидкості на меншу завантаженої кабіни:

$$M_{\text{дин.перех}} = \frac{-J_{\Sigma \text{перех}} \cdot \omega_{\text{дв}}}{t_{\text{перех}}}; \quad (4.3)$$

де $t_{\text{перех}}$ - час переходу двигуна з більшої швидкості на меншу, с.

$$M_{\text{дин.перех.}} = \frac{0,264 \cdot 92,4}{0,8} = -30,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо динамічний момент при переході з більшої швидкості на меншу порожньої кабіни:

$$M_{\text{дин.перех.м}} = \frac{-J_{\sum \text{перех.м}} \cdot \omega_{\text{дв}}}{t_{\text{перех.}}}; \quad (4.4)$$

де $t_{\text{перех}}$ - час переходу двигуна з більшої швидкості на меншу, с.

$$M_{\text{дин.перех.м}} = \frac{-0,152 \cdot 92,4 \cdot}{0,8} = -17,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо динамічний момент при гальмуванні на малій швидкості завантаженої кабіни:

$$M_{\text{дин.Т}} = \frac{-J_{\sum M} \cdot \omega_{\text{min}}}{t_{\text{Т}}}; \quad (4.5)$$

де $t_{\text{Т}}$, — час гальмування, с.

$$M_{\text{дин.Т}} = \frac{-0,266 \cdot 23,0}{0,08} = -76,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо динамічний момент при гальмуванні на малій швидкості порожньої кабіни:

$$M_{\text{дин.Т.каб.}} = \frac{-J_{\sum M.n} \cdot \omega_{\text{min}}}{t_{\text{Т}}}; \quad (4.6)$$

$$M_{\text{дин.Т.каб.}} = \frac{-0,152 \cdot 23,0}{0,08} = -43,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тепер визначаємо моменти двигуна на цих ділянках в двох випадках:

1. Коли кабіна завантажена повністю та рухається вгору;

2. Коли кабіна порожня та рухається вниз;

Визначаємо момент на валу двигуна при підйомі завантаженої кабіни:

1. При пуску

$$M_1 = M_{cm1} + M_{дин}; \quad (4.7)$$

$$M_1 = 84,92 + 24,5 = 109,42H \cdot m$$

2. При переході з більшої швидкості на меншу

$$M_2 = M_{cm1} + M_{дин.перех}; \quad (4.8)$$

$$M_2 = 84,92 - 30,5 = 54,42H \cdot m$$

2. При гальмуванні на малій швидкості

$$M_3 = M_{cm1} + M_{дин.Г}; \quad (4.9)$$

$$M_3 = 84,92 - 76,5 = 8,42H \cdot m$$

Визначаємо момент на валу двигуна під час спуску порожньої кабіни:

1. При пуску

$$M'_1 = M_{cm2} + M_{дин.п} \quad (4.10)$$

$$M'_1 = 51,8 + 9,4 = 61,2H \cdot m$$

2. При переході з більшої швидкості на меншу

$$M'_2 = M_{cm2} + M_{дин.перех.м}; \quad (4.11)$$

$$M'_2 = 51,8 - 17,6 = 34,2H \cdot m$$

3. При гальмуванні на малій швидкості

$$M'_3 = M_{cm2} + M_{дин.Г.каб.}; \quad (4.12)$$

$$M'_3 = 51,8 - 43,7 = 8,1H \cdot m$$

На основі розрахунків можна побудувати навантажувальні діаграми роботи двигуна ліфта при підйомі завантаженої кабіни (рис. 4.1) та під час спуску порожньої кабіни (рис. 4.2). Для цього використовуємо раніше отримані моменти та час.

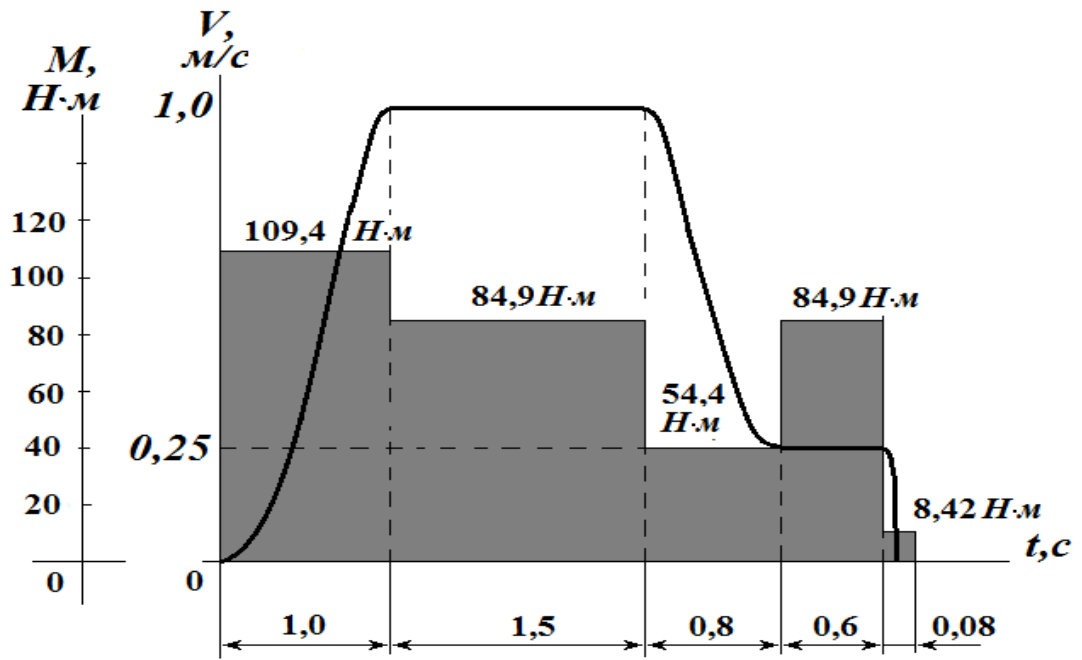


Рис. 4.1 Навантажувальна діаграма роботи двигуна при підйомі завантаженої кабіни та тахограма її руху

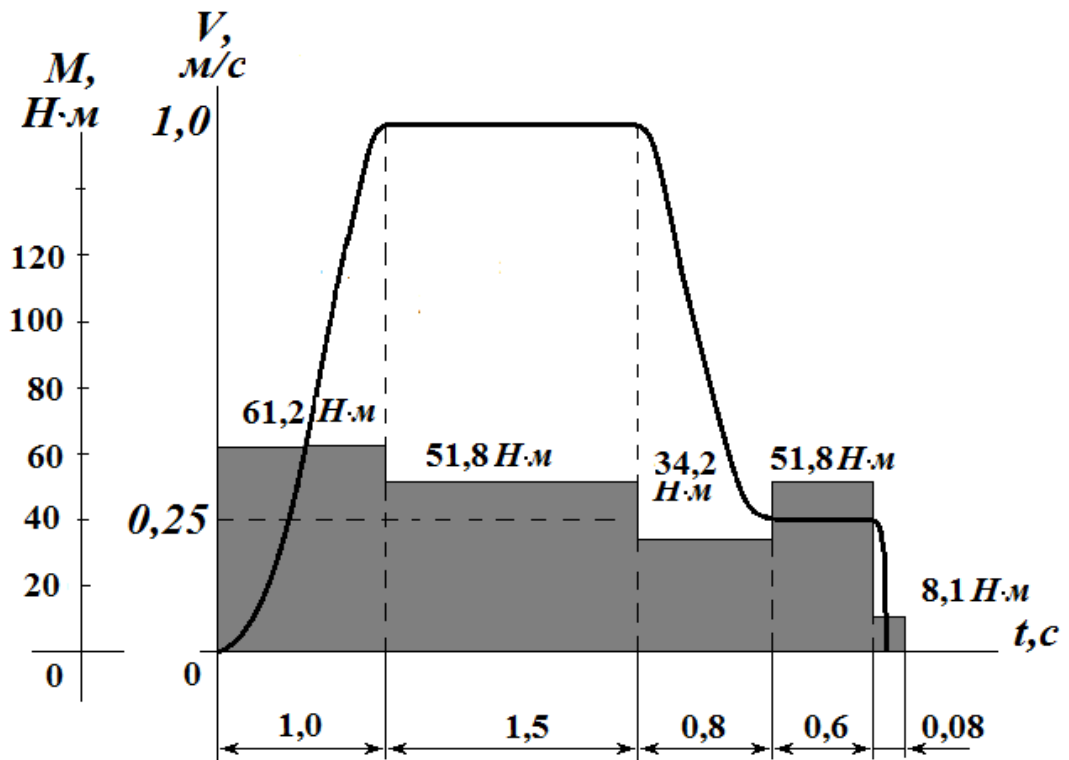


Рис. 4.2. Навантажувальна діаграма роботи двигуна під час спуску порожньої кабіни та тахограма її руху

4.2. Розрахунок характеристик запропонованого двигуна

При розробці системи керування ліфта підвищеної вантажопідйомності запропоновано застосувати надійний та дешевий асинхронний двигун з короткозамкненим ротором марки МАП421-6 з керуванням швидкостями від перетворювача частоти. Параметри електродвигуна приведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Параметри одношвидкісного двигуна марки МАП421-6

Параметри	Значення
Число полюсів	6
Потужність, кВт	8
Частота обертання, об/хв.	925
Номінальний струм, А (при 380В)	22,3
Пусковий струм, А (при 380В)	115
Максимальний момент, $H \cdot m$	360
Пусковий момент, $H \cdot m$	330
Коефіцієнт потужності, $\cos \varphi$	0,68
Маховий момент, $kg \cdot m^2$	0,12
Напруга, В	380
Маса двигуна, кг	160

Швидкість всіх електродвигунів, є функцією електромагнітного моменту та, отже, моменту навантаження на валу, що у сталому режимі роботи привода, урівноважують один одного. Тому задана швидкість робочого органу електрифікованого механізму використовується лише на перших етапах проектування, для попереднього вибору двигуна.

Надалі для кожного режиму швидкість електропривода повинна бути взята з механічної характеристики обраного двигуна. Механічною характеристикою двигуна називають залежність швидкості двигуна від створюваного їм моменту: $\omega = f(M)$.

Таким чином, слідом за вибором двигуна необхідно розрахувати та побудувати природну механічну характеристику цього двигуна, тобто зняту при нормальних умовах роботи двигуна.

В асинхронних машинах швидкість ω однозначно пов'язана з ковзанням S :

$$\omega = \frac{2\pi f}{p}(1 - S) = \omega_c(1 - S) \quad (4.13)$$

- де - ω_c - синхронна кутова швидкість поля статора;
- f – частота струму живильної мережі;
- p – число пар полюсів двигуна.

Синхронна частота визначається за формулою:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} \quad (4.14)$$

Механічну характеристику асинхронних двигунів часто виражають у вигляді залежності між моментом і ковзанням, тобто $M=f(S)$, що є більш зручною при виконанні багатьох розрахунків.

Природну механічну характеристику будують по формулі Клосса:

$$M = \frac{2M_{кр}(1 + aS_{кр})}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} + 2aS_{кр}}, \quad (4.15)$$

- де - M та S – поточні значення моменту та ковзання;
- $S_{кр}$ – критичне ковзання, що відповідає критичному моменту $M_{кр}$;
- $(a = r_1 / r_2)$ – коефіцієнт, що виражає відношення активного опору фази статора r_1 до наведеного значення активного опору фази ротора r_2

У багатьох інженерних розрахунках, до результатів яких не пред'являють підвищених вимог відносно точності зневажають значенням активного опору обмотки статора ($r_1 \approx 0$), і одержують спрощену формулу Клосса:

$$M = \frac{2M_{кр}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}, \quad (4.16)$$

Критичне ковзання знаходимо по формулі:

$$S_{кр} = \frac{S_H (k_m + \sqrt{k_m^2 + 2S_H (k_m - 1) - 1})}{1 - 2S_H (k_m - 1)}, \quad (4.17)$$

де S_H – номінальне ковзання двигуна, яке визначають по формулі:

$$S_H = \frac{\omega_c - \omega_n}{\omega_c}, \quad (4.18)$$

де ω_c визначається з формули (4.2);

- k_m - перевантажувальна здатність двигуна, яка визначається по формулі:

$$k_m = \frac{M_{кр}}{M_H}, \quad (4.19)$$

де M_H - номінальний момент двигуна.

Використовуючи формули (4.13)-(4.19), визначимо дані для побудови механічної характеристики параметри, які заносимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2. Дані розрахунку для побудови механічної характеристики асинхронного двигуна МАП421-6ОМ1

Кількість полюсов, $2p$	Синхронна частота, об/хв., n_1	Номінальне ковзання, S_H	Критичне ковзання, $S_{кр}$	Максимальний момент, Н·м, $M_{кр}$
6	925	0,075	0,432	360

Формула Клосса дозволяє з достатньою точністю побудувати механічну характеристику асинхронного двигуна в межах ковзання від 0 до $S_{кр}$ (робітнича ділянка характеристики), а при ковзаннях $S_{кр} < S < 1$ формула дає неприпустимі похибки.

Для розрахунку та побудови пускової ділянки механічної характеристики асинхронного двигуна використаємо формулу (4.8):

$$M = \sqrt{M_n^2 + \frac{0,93M_{кр}^2 - M_n^2}{(1 - 1,3S_{кр})^2} (1 - S)^2} \quad (4.20)$$

де M_n - пусковий момент двигуна.

Для побудови механічної характеристики використаємо формулу Клосса (4.16), а дані занесемо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3. Механічна характеристика двигуна МАП421-6ОМ1

f , Гц	n_1 , об./хв.	Значення параметрів двигуна при величині ковзання										
		S	0,02	0,04	0,06	0,075	0,1	0,2	0,3	0,432	0,6	0,8
		M , Н·м	33	66	98	121	158	274	338	360	351	327
		$M/M_{кр}$	0,092	0,183	0,272	0,336	0,439	0,761	0,939	1,0	0,975	0,908
50,0	1000	n_2 , об./хв.	980	960	940	925	900	800	700	568	400	200
47,7	950	n_2 , об./хв.	930	915	895	882	856	761	664	540	385	190
11,9	235	n_2 , об./хв.	230	226	223	220	212	190	165	133	94	47

За розрахунковими даними, приведеними в таблиці 4.3 побудовані механічні характеристики двигуна типу МАП421-6, які приведено на рисунку 4.3.

Також за подібними розрахунками проведено розрахунок механічних характеристик двигуна механізму підйому (при умові $M=\text{const}$) з керуванням від перетворювача частоти для частот 47 Гц, та 11,9 Гц, які приведено на рисунку 4.4.

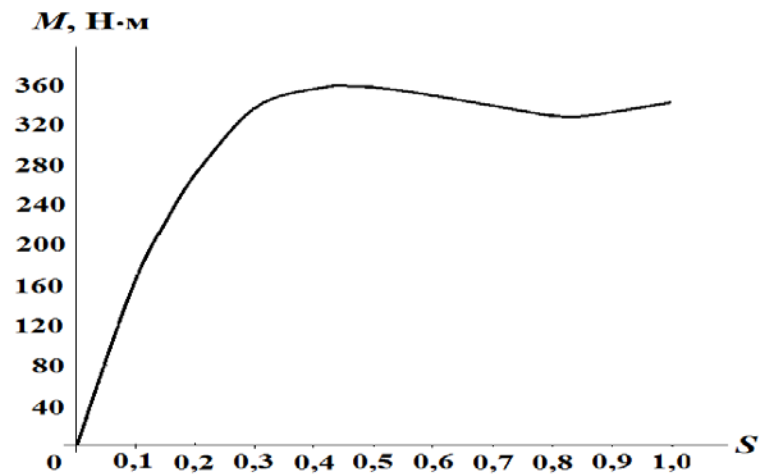


Рис.4.3. Природна механічна характеристика асинхронного електродвигуна типу МАП421-6

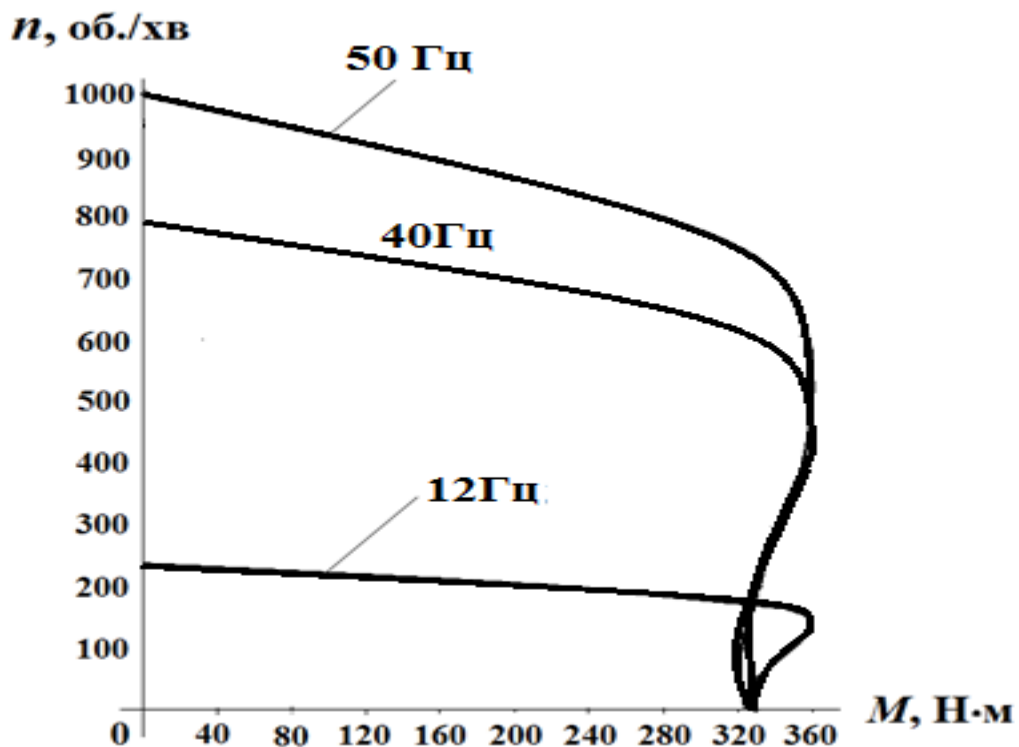


Рис.4.4. Приведені до моменту механічні характеристики (залежність частоти обертання від моменту) для електродвигуна механізму підйому при керуванні від перетворювача частоти

Також розраховані деякі інші залежності для двигуна механізму підйому при використанні перетворювача частоти (при умові $M = \text{const}$), які приведено на рисунку 4.5.

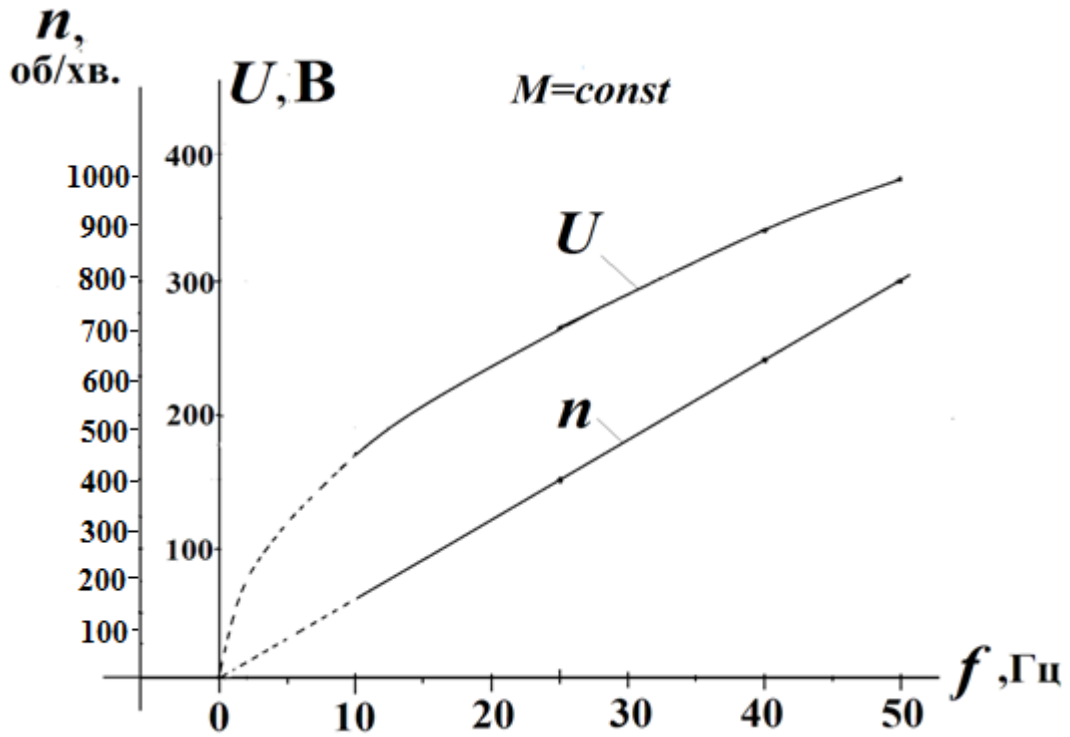


Рис.4.5. Деякі характеристики двигуна підйому при частотному регулюванні.

5. РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІФТОМ ТА АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ

5.1. Вибір елементної бази

Традиційне управління розроблялися на основі аналогових пристроїв. Дані пристрої реалізуються на відносно недорогій елементній базі. Однак, даний метод має ряд недоліків: старіння елементів і температура навколишнього середовища можуть викликати серйозні зміни в їхніх параметрах, що розроблювач повинний коректувати, від чого надійність пристрою в цілому знижується; компоненти в аналоговій структурі дуже важко обновляти або замінити більш кращими елементами, тому що управління приладом виробляється на апаратному рівні.

Цифрові мікропроцесорні системи мають ряд переваг над аналоговими. Дрейф нуля в системі усунутий, тому що більшість функцій управління реалізовано програмно. Відновлення системи легко виробляється як на програмному рівні, так і на апаратному [2, 5].

На сьогоднішній день існує кілька фірм виробників мікропроцесорів і DSP (Digital Signal Processor) контролерів, таких як – Texas Instruments, Intel, NEC, Hitachi, Motorola, Analog Devices і інші.

Виходячи з аналізу параметрів мікропроцесорів, що випускаються, найбільш кращим контролером для програмної реалізації векторного методу управління асинхронним двигуном є DSP-контроллер сімейства TMS320C240 [21-23].

Цифрові сигнальні процесори, наприклад TMS320C240 [24] дозволяють підтримувати алгоритми з великим числом операторів, що дозволяє зводити системні витрати до мінімуму. Забезпечення більш точного контролю або управління зовнішнім пристроєм полягає в досягненні найменшого вживання енергії, що часто означає виконання великої кількості обчислень. Тому потрібні високошвидкісні процесори. Для цього використовується управління в один цикл.

Сигнальні процесори з фіксованою крапкою переважніше для управління двигунами по наступних розуміннях:

- Сигнальні процесори з фіксованою крапкою коштують набагато менше, ніж з плаваючою.
- Для більшості додатків динамічний діапазон 16 біт достатній. Якщо необхідно збільшити динамічний діапазон, процесор з фіксованою крапкою може виконувати обчислення і з крапкою, що плаває, але в програмному виді.

Могутні процесори типу TMS-контроллера дозволяють робити наступне:

- Зводити відношення ціна-якість до оптимального завдяки високій швидкодії і широкому діапазону.

- Виконує алгоритми з високим рівнем, що дозволяють звести погрішності управління до мінімуму.

- Використовує розширені алгоритми для фільтрації гармонік, що дозволяє зводити вартість фільтрів до мінімуму.

- Дозволяє видаляти датчики позиціонування і швидкості, замінюючи їх гнучким алгоритмом.

- Зменшує число таблиць пошуку, що зменшує розмір необхідної пам'яті.

- Генерація в режимі реального часу гладких майже оптимальних сигналів профілює і переміщає траєкторію, поліпшуючи управління.

- Керує потужністю, що переключаються інверторами і генерує з високим дозволом ШІМ виходи.

- Забезпечує єдину систему управління кристалом DSP-контроллера.

Для просунутих засобів управління TMS - контроллери можуть виконувати наступне:

- Допускають управління відносно багатозмінних і комплексних систем, що використовують сучасні інтелектуальні методи типу нервових мереж і нечіткої логіки.

- Виконують адаптивну систему управління.

- Мають можливість динамічно адаптувати себе в реальному часі до варіацій поведження системи.

- Можуть забезпечувати діагностику, що контролює, *FFT* спектрального аналізу, спостерігає частотний спектр механічних коливань, відмовлення, режими можуть бути передвіщені в ранніх стадіях.

- Робити режекторні фільтри з крутим відключенням, що усувають вузькосмуговий механічний резонанс.

TMS320C240 призначений для розробки пристроїв спостереження, управління і цифрової обробки даних. Цей мікроконтроллер побудовано на одному кристалі, що забезпечує 20 MIPS з фіксованою комою. Ядро контролера зв'язане з декількома периферійними пристроями типу пам'ять, генератор ШІМ, аналого-цифровий перетворювач. Цього набору пристроїв досить для того щоб на даному контролері синтезувати мікропроцесорний пристрій управління вантажним ліфтом контейнеровозу.

Мікроконтроллер TMS320F240 дозволяє генерувати ШІМ сигнали на 6 каналів із програмованою зоною нечутливості і полярністю виводу [24]. На рисунку 5.1 показана блок-схема модуля генерації ШІМ сигналів де:

ТИП - блок завдання виду генерації (синхронний, асинхронний);

SV PVM - блок обробки переривання від зовнішнього пристрою;

MUX - блок комутації;

ЗН - програмувальний блок завдання зони нечутливості;

ВЛБ - вихідний логічний блок;

OBTCON, ASTR - керуючі регістри.

Генерація ШІМ сигналів у мікроконтроллерів TMS320F240 має наступні параметри:

- 9 незалежних виводів ШІМ;

- Програмувальна зона нечутливості від 0-2048 тактових імпульсів або 0-1024 циклів;

- Мінімальне збільшення зони нечутливості ширина імпульсу одного тактового імпульсу;

- Забезпечує діагностику, що контролює, *PPT* спектрального аналізу, спостерігає частотний спектр механічних коливань, відмовлення, режими можуть бути передвіщені в ранніх стадіях.

Максимальна розрядність ШІМ - 16 розрядів; безперервна зміна несучої частоти ШІМ; Безперервна зміна ширини імпульсу; Вхід переривання захисту привода;

Програмована генерація тину ШІМ сигналів (асиметричний, симетричний, просторовий вектор);

Мінімум перевантаження процесора на порівняння сигналів.

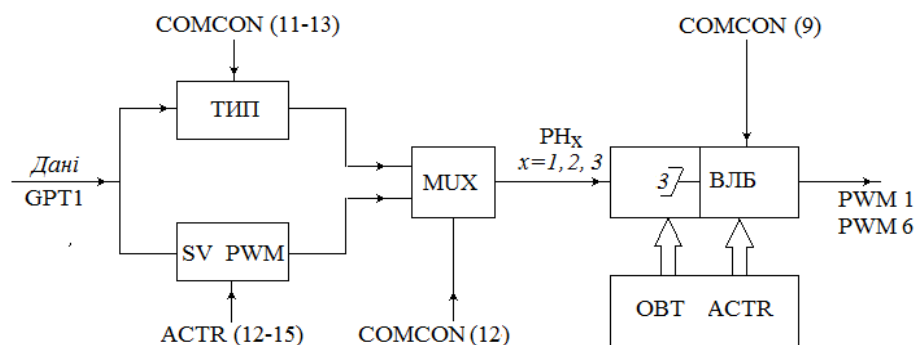


Рис. 5.1. Блок-схема пристрою генерації ШІМ сигналів мікроконтролера.

Модуль АЦП у мікроконтролері складається з двох десятирозрядних АЦП, загальна кількість аналогових входів 16, по 8 на кожний. АЦП дозволяє перетворювати і зберігати результат. Повний час перетворення 6 мкс. Еталонна напруга повинна бути не більш 5В и подаватися через входи V_{refhi} та V_{reflo} . Аналогова і цифрова землі повинні бути розділені. На рисунку 5.2 представлена блок-схема модуля АЦП TMS320F240, де:

- ОН - блок формування опорної напруги;
- БП - блок живлення;
- ПТ- програмувальний таймер;
- КР - контролюючий регістр;
- БУ - блок управління;
- СВіБ - схема вибірки і блокування;
- MUX - аналоговий мультиплексом;
- РГ1, РГ2 - регістри збереження результату.

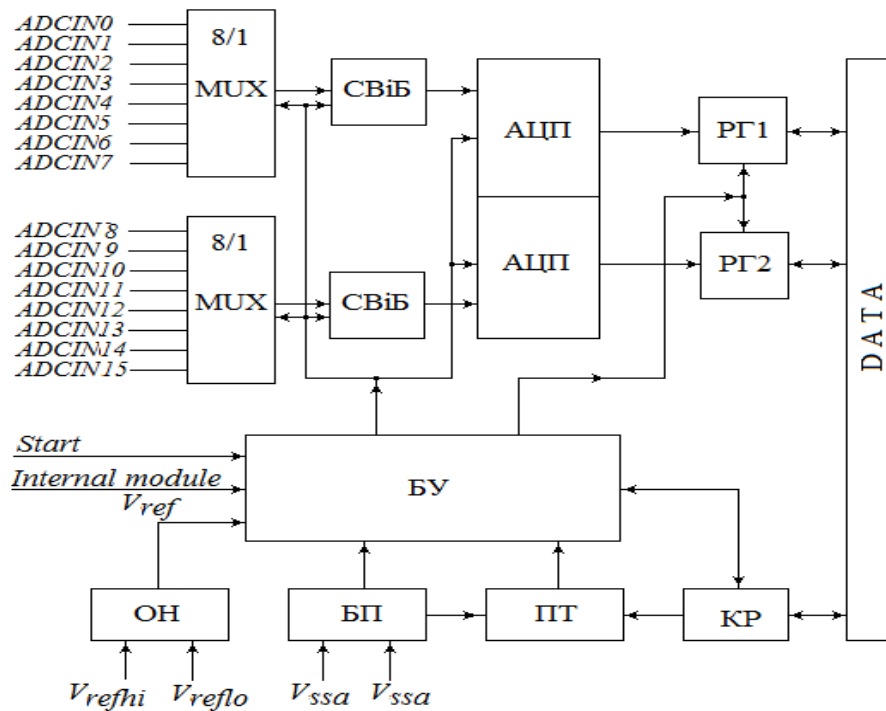


Рис. 5.2 . Блок-схема модуля ЦАП.

Результатом перетворення є значення V_d :

$$V_d = \frac{V_{in} - V_{reflo}}{V_{refhi} - V_{reflo}}; \quad (5.1)$$

Мікроконтролер TMS320F/C240 мають три види пам'яті: пам'ять програм, пам'ять даних і пам'ять уведення-виводу. Усього пам'ять має ємність 64 кбайта 16-розрядних слів. У межах цього простору можна виділити від 256 слів до 32 кбайт слів верхньої пам'яті і визначити глобальною зовнішньою пам'яттю в збільшеннях, у залежності від того, як визначено в регістрі управління глобальною пам'яттю (GREG). Доступ до глобальної пам'яті здійснюється через глобальний запит по шині адресу. На контролерах 240 перші 96 осередків (0-5 Fh) розподілені для регістрів з відображеною пам'яттю або зарезервовані. У регістрі з відображеною пам'яттю утримується вміст регістрів стану, а також він використовується для різного управління. Уся периферія на 240 працює з пам'яттю починаючи з 7000h. Доступ до цих

регістрів здійснюється командами контролера, адресуючи їхнє розташування в пам'яті даних [24].

Процесор працює не тільки на управління електроприводом, а виконує і програми обслуговування переміщення ліфту відповідно командам оператора.

Тому необхідно збільшити об'єм пам'яті за рахунок зовнішньої, реалізованої на мікросхемах статичної RAM HM6264 [23].

Для організації зв'язку застосовуємо адаптер ADM232 за стандартною схемою [23].

Для управління асинхронним двигуном можна застосувати 3-х фазний мостовий інвертор SKM40GDL123D виробник - SEMIKRON. Структура якого показана на рис. 5.3.

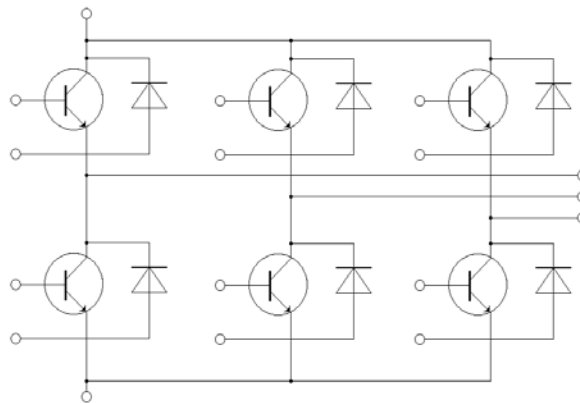


Рис. 5.3. Структура SKM40GDL123D

Вибір драйверів для трьохфазних мостових інверторів на ринку силової електроніки дуже великий, втім як і самих інверторів. Бажано застосовувати мікросхеми драйверів для повного трьохфазного мостового інвертора, що мають гальванічну розв'язку входних та вихідних кіл. У даній схемі можна застосувати мікросхему SKHI61 цей ж фірми SEMIKRON. Структурна схема включення показана на рис. 5.4.

У якості випрямляча змінного струму 440В беремо трифазний діодний мост типу SK50B того ж виробника. Схема SK50B показана на рис. 5.5.

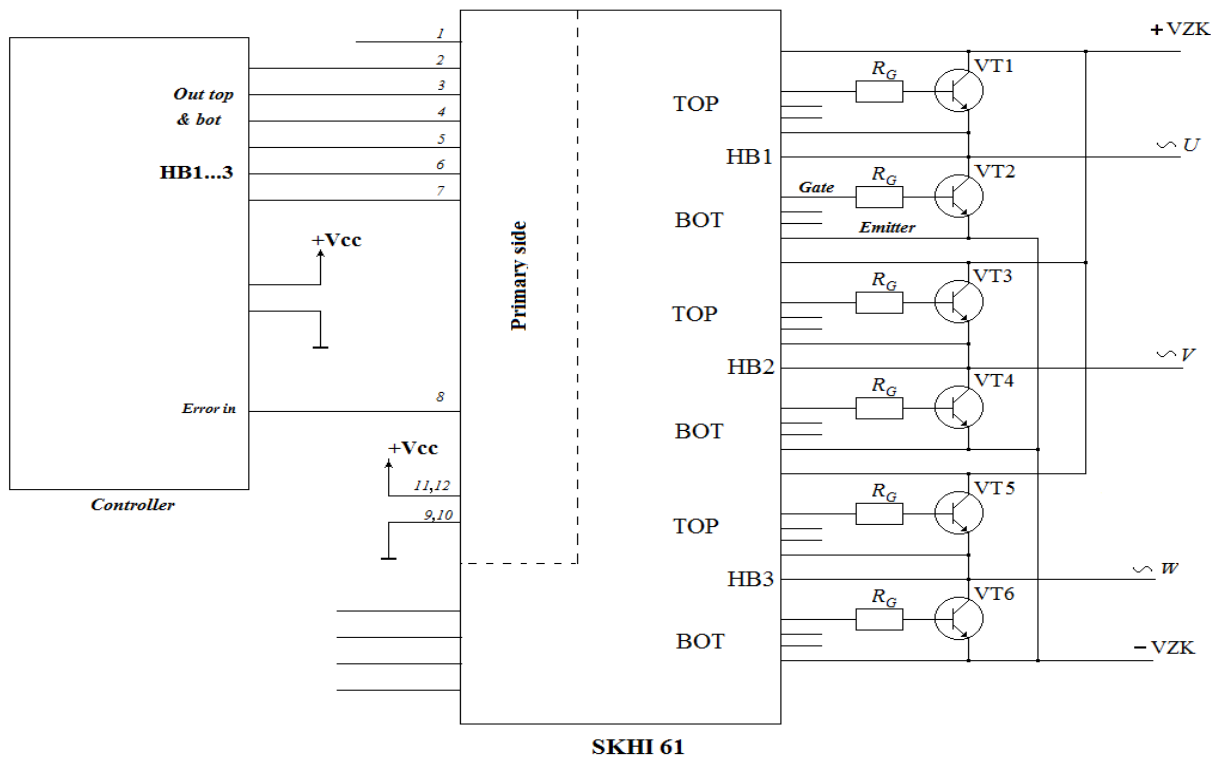


Рис. 5.4. Схема включення SKHI61

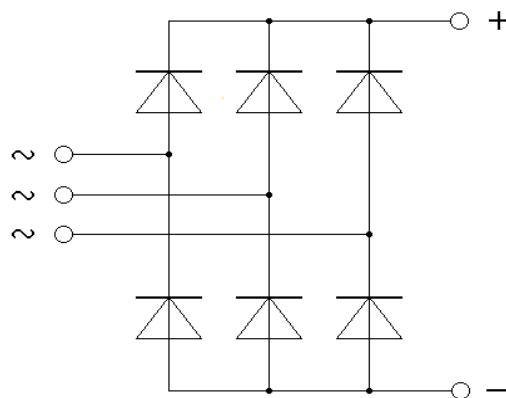


Рис. 5.5. Схема SK50B

Можна застосовувати елементи «випрямляч-драйвер-інвертор» іншого виробника, але бажане одного. Крім того необхідно, щоб вони відповідали основним характеристикам асинхронного двигуна. В даному випадку вони повинні бути розраховані на напругу не менше 600В та струм не менше 25А

5.2. Розробка схеми електричної принципової

Схема електрична принципова системи управління вантажним ліфтом складається з силової та мікропроцесорної схеми управління, які з'єднуються між собою за допомогою роз'єма XI.

Живлення з трьохфазної мережі 440В подається через вимикач QK1 на трьохфазний діодний випрямляч SK50B (діоди VD1-VD6), згладжується конденсатором C11. Випрямлена напруга застосовується для живлення інвертора SKM40GDL123D (транзистори VT1-VT6) на виходи (V, U, W) якого підключено асинхронний двигун AIPM132S6, параметри якого приведені у підрозділі 3.1.

Силові транзистори трьохфазного мостового інвертора управляються за допомогою мікросхеми драйвера SKHI61 (VT1-VT6) на входи якого поступають управляючі сигнали PWM1-PWM6 через роз'єм XI від мікроконтроллера TMS320C240 (DD1).

Сигнали управління драйвером PWM1-PWM6 та, відповідно, інвертором формуються програмно, у режимі реального часу. Вхідними даними програші обчислення є значення струмів i_a та i_b , що знімаються з вимірювальних трансформаторів струмів TV1, TV2 відповідних фаз асинхронного двигуна MI, та кута повороту ротору θ , який вимірюється за допомогою тахогенератора (сигнал ТГ на роз'ємі XI). Програма базується на методі плавного частотного управління асинхронним двигуном, що наведено у підрозділі 3.5 дипломного проекту.

Мікроконтроллер TMS320C240 (DD1) виконує дві основні задачі. По-перше, він формує сигнали управління для силового частотного перетворювача, що працює на асинхронний двигун. По-друге, обробляє сигнали, що поступають від кнопок виклику та напряму переміщення на потрібну палубу, датчиків положення відносно палуби, датчиків ваги у кабіні, аварійних та пожежних, формує сигнали на індикацію відображення номера палуби та напряму переміщення (роз'єм XP2). Периферійні пристрої на платі мікроконтроллера взаємодіють з ним за допомогою сигналів, що передаються

по трьом шинам: адреси (сигнали A0-A15), даних (D0-D15) та управління (RESET, R/W, W/R, SCIRX, SCITX та інші). Зовнішня додаткова оперативна пам'ять реалізована на двох парах мікросхем HM6264 (DD3-DD6). Мікросхеми мають байтову організацію. Мікросхеми DD3, DD5 працюють з молодшим байтом, а DD4, DD6 зі старшим байтом шістнадцяти розрядної шини даних мікроконтролера TMS320C240 (DD1). Вибір пари відбувається шифратором DD9. Дешифратори DD7, DD8 обслуговують індикацію та матриці кнопок та датчиків.

Для інформаційного зв'язку з ЕОМ верхнього рівня передбачено інтерфейс RS232C, який реалізовано за допомогою адаптеру ADM232 за стандартною схемою ввімкнення [25-31].

5.3. Розробка алгоритму програми керування ліфтом

Система управління на базі мікропроцесора забезпечує виконання таких режимів роботи ліфта: навчання, нормальна робота, ревізія, аварійне переміщення кабіни, тестові прогони, автоматичне повернення, маркування, пожежна безпека.

В режимі навчання СУ визначає місцезнаходження кабіни в шахті. Під час повільного проходу по шахті перевіряється узгодженість основних точок розміщення контактів шахти; їх точні координати записуються в постійний запам'ятовуючий пристрій.

В режимі нормальної роботи при одиночній системі управління здійснюється просте змішане управління ліфтом з кабіни та з вантажних палуб. Вільна кабіна з зачиненими дверима залишається в очікуванні виклику на тій палубі, на якій вона була зупинена востаннє, але через заданий в програмі мікропроцесора проміжок часу кабіна може прослідувати на основну зупиночну палубу.

В режимі ревізії управління ліфтом здійснюється тільки з поста ревізії від кнопок «Вгору», «Вниз» та «Стоп». Рух кабіни в режимі ревізії здійснюється

тільки на малій швидкості, обмежується кінцевими вимикачами та можливий лише при повністю зачинених дверях кабіни й шахти.

При роботі з машинного приміщення виключені будь-які виклики, накази та робота дверного оператора.

Режим аварійного переміщення кабіни дозволяє за допомогою електродвигуна лебідки знімати кабіну з вловлювачів чи кінцевих вимикачів. Управління здійснюється кнопками «Вниз» чи «Вгору». При цьому кабіна рухається на малій швидкості, при торканні кабіною траверси на верхньому кінцевому вимикачі вона може рухатися тільки вниз, при знаходженні кабіни на нижньому кінцевому вимикачі вона може рухатися тільки вгору.

Режим тестових прогонів використовується для обкатки ліфта, перевірки його роботи (правильного функціонування ліфта, реєстрації відмов та збоїв), локалізації дефектних місць, завдання програми роботи ліфта для контролера чи зміни раніше закладеної програми.

Для активізації режимів використовується спеціальний блок обслуговування — програмно-діагностичний прилад. Блок обслуговування реєструє всі відмови (збої), що відбулися з моменту подачі напруги на ліфт, зазначає на дисплеї час, який пройшов з моменту останньої відмови, число відмов.

Виконання режиму автоматичного повернення може бути закладено в програму мікропроцесора. Активація режиму забезпечується програмою тільки при вмиканні ліфта в режим нормальної роботи. В цьому випадку вільна кабіна через заданий в програмі проміжок часу буде приходити на задану програмою палубу.

Перемикання ліфту в режим виклику кабіни на обслуговування спеціального поверху можливе тільки з режиму нормальної роботи та здійснюється ключем керування на одній з палуб. При активації режиму анулюються виклики кабіни з палуб, та кабіна, виконав всі накази, приходить на установлену палубу, де залишається з відкритими дверима в очікуванні

наказів з кабіни. Режим відключається при повороті ключа керування у вихідний стан.

Перемикання ліфта в режим маркування можливе тільки з режиму нормальної роботи та здійснюється ключем управління на одній з палуб. При активації режиму кабіна, виконавши всі накази, приходить на палубу, задану програмою, та стоїть там з відчиненими чи зачиненими дверима в залежності від заданої програми.

Перемикання ліфту в режим незалежного обслуговування виконується ключем керування в кабіні. В цьому режимі відбувається відключення будь-яких зовнішніх викликів кабіни, ліфт виконує тільки накази з кабіни та стоїть на палубі з відкритими дверима в очікуванні інших наказів.

В режим пожежної небезпеки ліфт повинен переходити автоматично якщо надходить сигнал з системи пожежного захисту чи від спеціального ключа на одній з посадочних площадок. Переведення в цей режим здійснюється з усіх режимів роботи ліфта, крім режимів ревізії та аварійного переміщення кабіни.

Якщо в момент включення режиму пожежної небезпеки кабіна рухалася вгору, то кабіна повинна дійти до зони точної зупинки найближчої палуби та, не відкриваючи дверей, направитися на зупиночну палубу (палуба з виходом на відкритий простір), не зупиняючись та не реагуючи на накази та виклики. На цій палубі кабіна повинна стояти з відкритими дверима.

При знаходженні кабіни на проміжній палубі та при включенні режиму пожежної небезпеки вона повинна автоматично відправитися на основну палубу аналогічно описаному вище.

Система управління передбачає відміну попутних викликів під час руху кабіни вниз (вгору) при умові, що кабіна завантажена більш ніж на 80 % вантажопідйомності. Кабіна забезпечена вантажозважувачем, що не допускає пуск ліфту у випадку його перевантаження на 10 % вище номінального.

5.4. Функції підсистем СУ

Підсистема операційного управління взаємодіє з підсистемою контролю рухом, а у випадку групового керування — з іншими підсистемами операційного управління групи через послідовний зв'язок.

Ця підсистема виконує наступні функції:

- отримання команд з кабіни чи з палуби;
- видача команди на рух в підсистему контролю руху;
- управління індикацією напрямку руху та положення кабіни;
- отримання інформації від інших підсистем операційного управління групи.

Підсистема містить у пам'яті адреси віддалених станцій, параметри їх входів та виходів, а також інші параметри та режими роботи ліфта.

Підсистема контролю руху є елементом модульної системи управління ліфтом. Ця підсистема з'єднується через послідовний зв'язок з наступними підсистемами: операційного управління, приводу дверей, управління приводом та гальмами ліфта.

Програмне забезпечення підсистеми контролю руху призначено для видачі команд у підсистему управління приводом та гальмами, необхідних для управління рухом кабіни ліфта по заданій програмі після запиту, що надходить від операційної підсистеми управління та від різноманітних інтерфейсів ручного керування.

Ця підсистема подає команди в інтерфейсну підсистему приводу дверей дверному оператору на переміщення дверей після запиту, що надходить від операційної підсистеми управління.

Підсистема контролю руху виконує наступні функції:

- управління рухом — управління послідовністю логічних станів руху, забезпечення функцій підготовки до руху та корекції за висотою, генерація графіків розподілення швидкості та прискорення, забезпечення управління гальмами електропривода в процесі нормальної роботи, визначення

гальмівного шляху та точки зупинки, передача інформації про стан кабіни в підсистему операційного управління;

- визначення положення — визначення швидкості та напрямку переміщення кабіни, параметрів абсолютного положення, положення кабіни по відношенню до наступного заданого поверху, незалежне визначення положення кабіни для забезпечення нормальної зупинки на кінцевих палубах в нормальному режимі та режимі аварійного обмеження швидкості;

- забезпечення безпеки — забезпечення поточного контролю за пристроями безпеки та екстреного гальмування, гарантування безпеки при роботі дверей та виконанні операцій в зоні дверей, гарантування безпеки при зупинці, визначення режимів управління рухом;

- встановлення та технічне обслуговування — поточний контроль даних, введення установочних параметрів, реєстрація подій, діагностування.

Підсистема контролю руху здатна генерувати профілі розподілення швидкості в наступних межах: швидкість 0 ... 2,5 м/с; прискорення 0,01 ... 1,2 м/с²; ривок 0,01 ... 2,4 м/с³.

Підсистема управління приводом та гальмом призначена для забезпечення управління рухом кабіни ліфта після надходження команд від підсистеми управління рухом.

Підсистема управління приводом та гальмом виконує наступні функції:

- сполучення з лебідкою,
- управління гальмом,
- сполучення з шифратором швидкості,
- сполучення з підсистемою контролю руху,
- точне відстеження заданого профілю розподілення швидкості,
- незалежна перевірка швидкості.

5.5. Алгоритми управління рухом ліфту

Алгоритми управління реалізують роботу ліфта в різноманітних режимах.

Алгоритм роботи системи управління складається з основного алгоритму, алгоритму підпрограм, що реалізують різноманітні режими роботи системи управління (ревізії, деблокування, управління з машинного приміщення, нормальної роботи, пожежної небезпеки), та алгоритмів додаткових підпрограм, які реалізують типові дії, вироблені в режимі нормальної роботи (рух ліфта за наказом, зупинка кабіни на палубі). Схема алгоритму основної програми роботи ліфта наведена на рис. 5.6. Алгоритм починається з включення ліфта в роботу (блок 1), після чого починається постійний контроль ланцюгу безпеки (2). Якщо ланцюг безпеки розімкнута, відбувається аварійна зупинка ліфта (3). В залежності від причини аварійної зупинки або застосовується режим деблокування (5), якщо кабіна ліфта встановилася на вловлювачі чи кінцеві вимикачі, або відбувається визначення та усунення іншого роду збою в системі (6). Блоки 7...9 визначають необхідність включення того чи іншого режиму роботи ліфту, блоки 10...12 реалізують відповідні підпрограми. Програма продовжує свою роботу доти доки не буде виконана примусова зупинка ліфту. Схема алгоритму підпрограми, що реалізує режим нормальної роботи, наведена на рис. 5.7.

В цьому режимі здійснюється контроль пожежної безпеки (1,2), реєстрація та виконання всіх викликів та наказів, контроль завантаженості кабіни. Цей алгоритм складається з урахуванням роботи системи із збиральним управлінням вниз, тобто виконуються попутні виклики при русі кабіни вниз (якщо завантаження менше 80 % номінального). Таким чином, в підпрограмі реалізуються очікування та реєстрація виклику (3, 4), перевірка знаходження кабіни ліфта на поверсі виклику (5). В залежності від цього здійснюється відкривання дверей кабіни з наступною роботою ліфта за наказом (6, 7) чи перевіряється умова зайнятості кабіни (8). Якщо кабіна вільна, то блоки 9...20 здійснюють вибір напрямку руху кабіни та в залежності від цього після отримання наказу виконуються попутні виклики при русі вниз (якщо вони зареєстровані) (14 ... 20) чи рух кабіни на найвищі поверхи (палуби), з яких поступили виклики, а потім після отримання наказу збиральне керування для руху вниз.

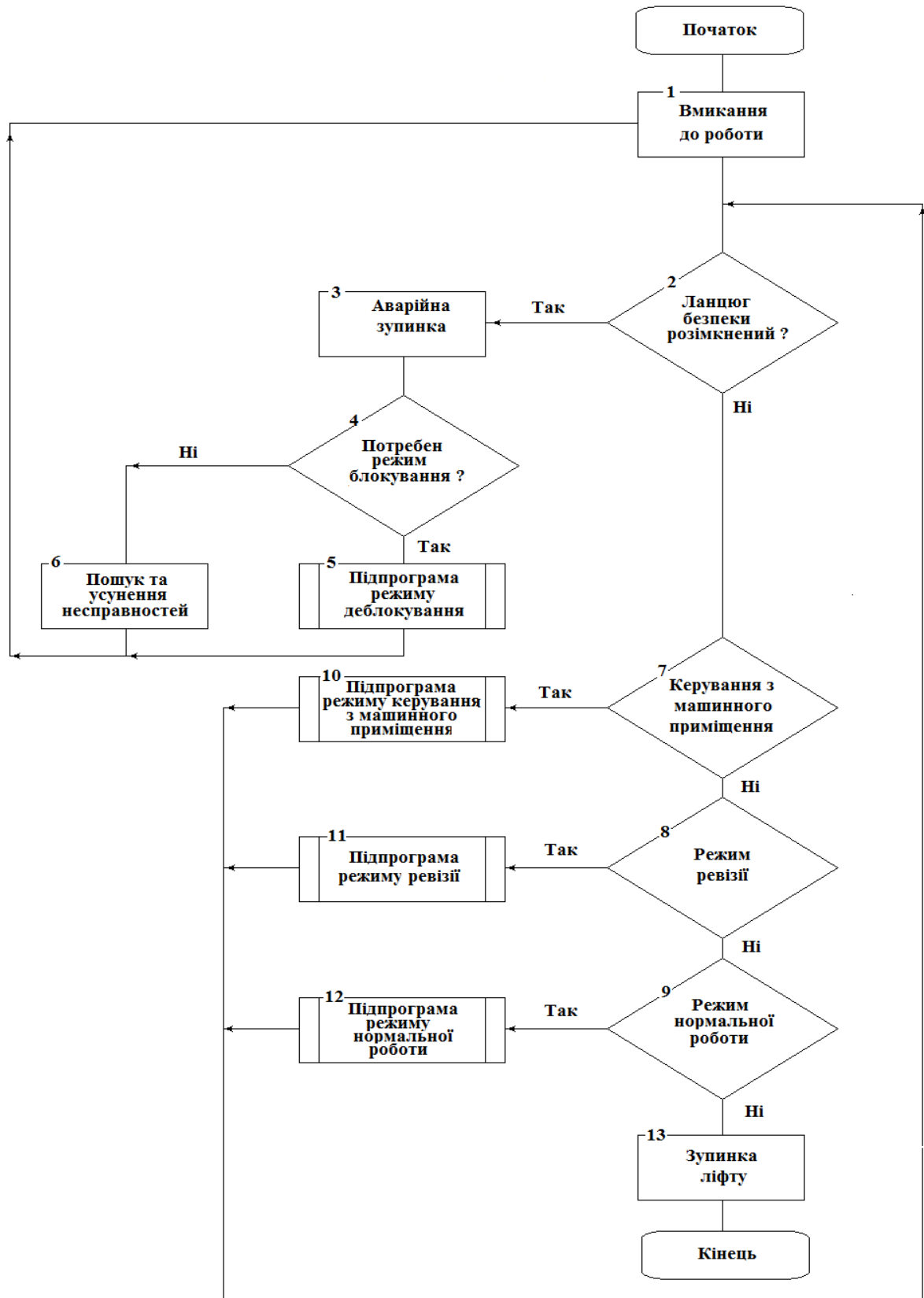
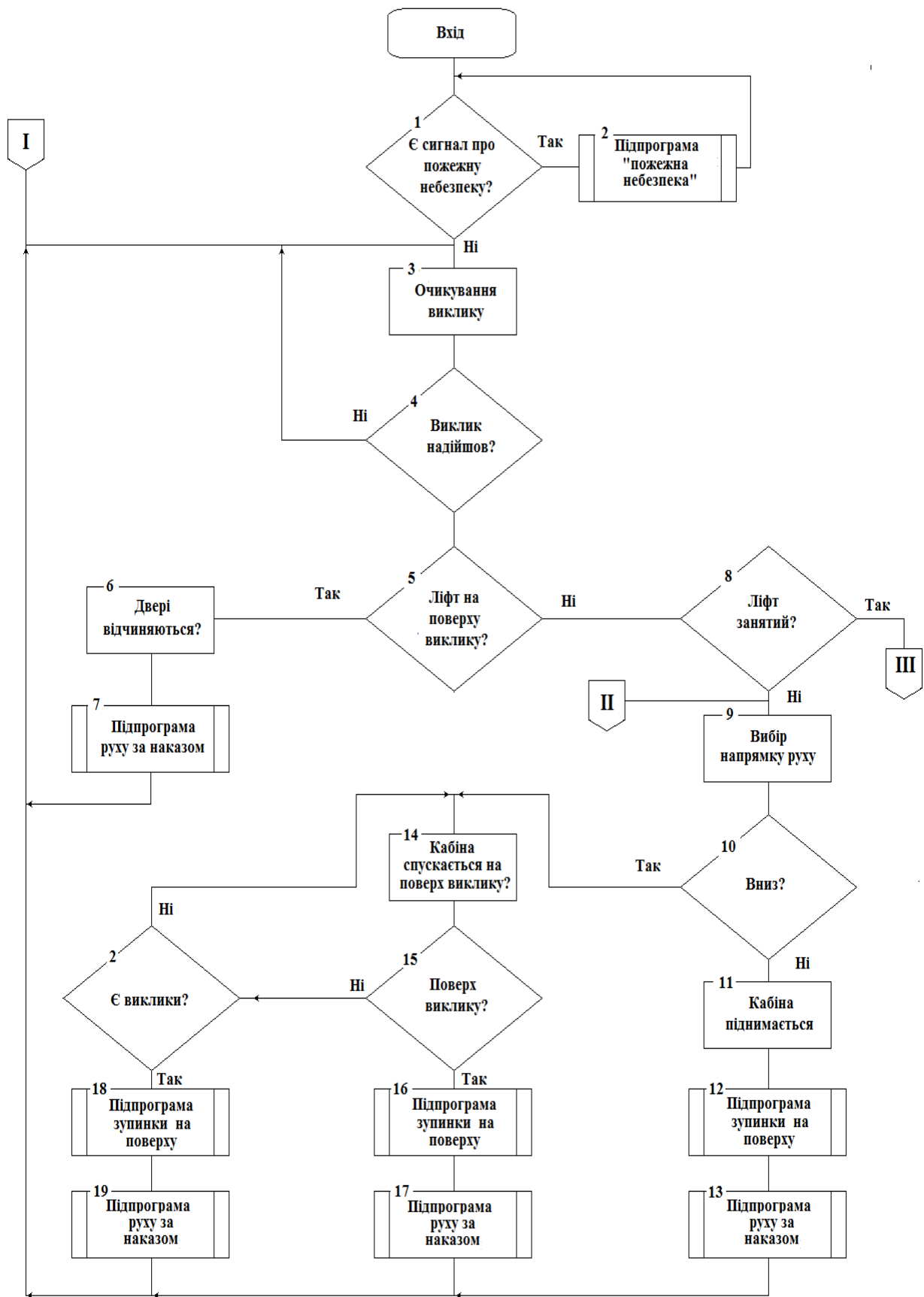


Рис. 5.6. Алгоритм основної програми роботи ліфту



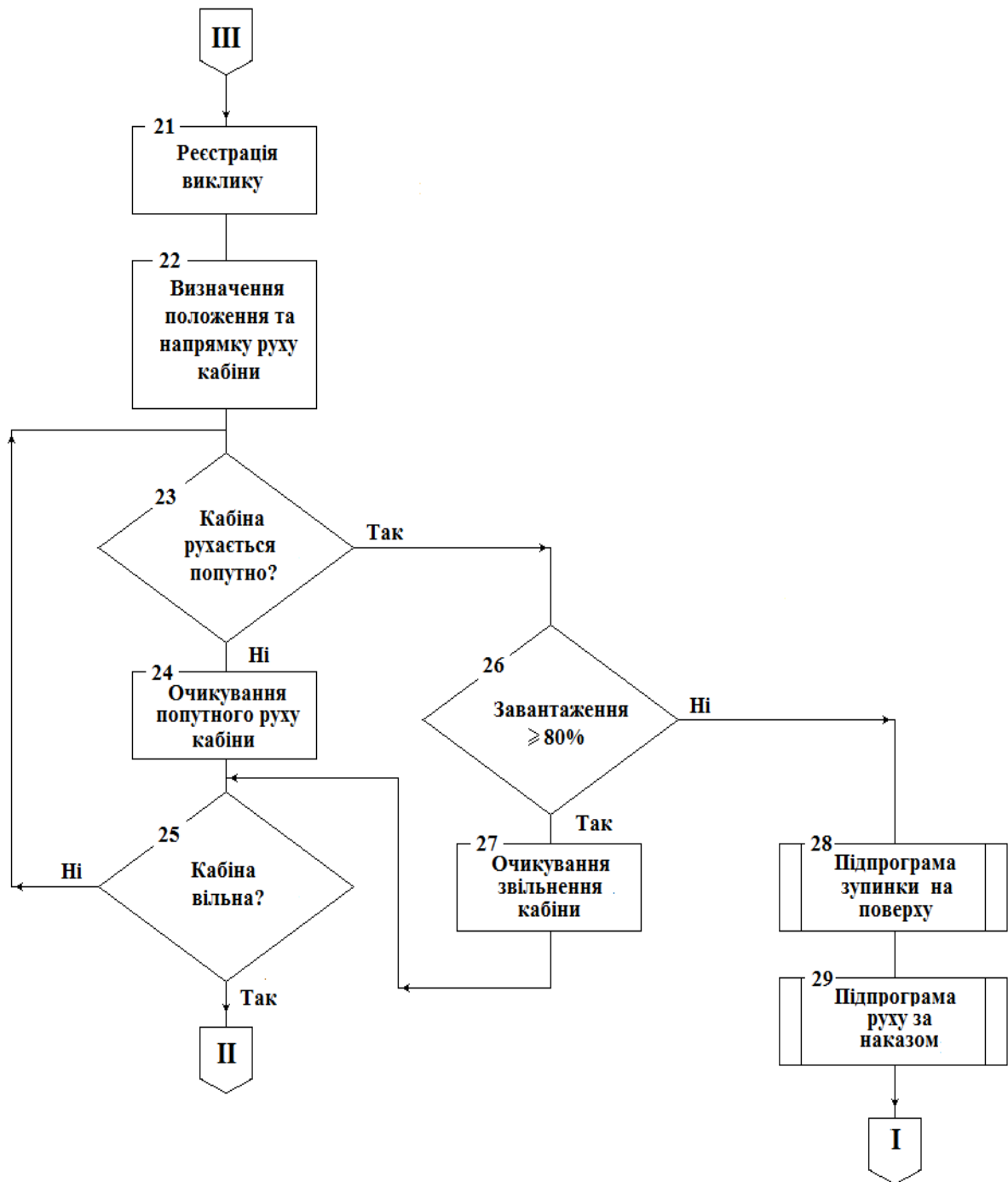


Рис. 5.7. Алгоритм підпрограми, що реалізує режим нормальної роботи

Якщо при реєстрації виклику кабіна зайнята, виклик виконується при попутному русі кабіни при умові, що вона завантажена менше ніж на 80 % номінального завантаження. В іншому випадку очікують, доки кабіна не звільниться чи не прослідує в попутному напрямку, завантажена менш ніж на 80 % (21...29).

Таким чином у даному розділі розроблено структуру алгоритму функціонування системи управління вантажним ліфтом контейнеровозу та приведена блок схема цього алгоритму [32, 33].

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

6.1. Вступна частина

Законодавство про охорону праці складається з Закону України «Про охорону праці». Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно - правових актів. Якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору. Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням [38,39].

Автоматизована мікропроцесорна система для управління вантажним ліфтом передбачає тимчасове знаходження оператора в приміщенні управління ліфтом. Отже, в рамках даної дипломної роботи розглянуто питання, що стосуються його здоров'я та безпеки на робочому місці та безпечної експлуатації ліфту в цілому.

6.2. Аналіз небезпечних і шкідливих умов праці

В даному розділі розглядається машинне приміщення, в якому встановлюється силова та керуюча частини ліфту.

В цьому приміщенні є вірогідність враження робітників електричним струмом. Електричний струм, діючи на організм людини, може викликати порушення його діяльності, аж до летального результату.

Важкість ураження визначається розміром струму, що протікає через тіло людини, частотою струму, тривалістю протікання та іншими факторами. Значення гранично допустимих рівнів напруги та струму встановлюються ГОСТ 12.1.038-82.

Також небажаного ефекту може завдати шум та вібрації при роботі ліфту. Тому при проектуванні устаткування необхідно розробляти заходи щодо зниження шуму, вібрацій, запобіганню їхнього шкідливого впливу на організм людей.

Ще одна небезпека, яку треба враховувати, це пожежа - горіння, що не контролюється, розвивається в часі та просторі. Поняття пожежної безпеки означає стан об'єкта, при якому з установленою вірогідністю виключається можливість виникнення та розвитку пожежі із впливом на людей небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Небезпечними факторами пожежі для людей є: відкритий вогонь; підвищення температури повітря та предметів; токсичні продукти горіння; дим; знижена концентрація кисню; вибух і т.д.

6.3. Заходи щодо ліквідації потенційно небезпечних факторів

Електричне обладнання судна повинно забезпечити належне функціонування всіх установок і обладнання, необхідних для підтримання нормальних умов роботи і життя людей на судні без застосування аварійного джерела, а також роботу електричних пристроїв, необхідних для безпеки в разі будь-яких аварійних ситуацій [40].

Аварійне джерело живлення повинно бути розташоване поза межами машинного відділення таким чином, щоб у разі пошкодження основного електрообладнання автоматично підключатись до електричного розподільного щита і забезпечу ваги одночасне функціонування протягом щонайменше трьох годин наступних систем і установок:

- системи внутрішнього зв'язку, детекторів вогню і аварійної сигналізації;
- навігаційних вогнів і аварійного освітлення;
- радіоустановки;
- аварійної пожежної помпи за наявності.

Роботи з обслуговування електрообладнання суден мають виконуватися відповідно до вимог правил класифікаційного товариства,

"ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту", правил технічної експлуатації суднового електрообладнання, настанов заводу-виробника електрообладнання, технічної документації суднобудівельного заводу, а також вимог цього розділу.

Практиканти училищ і морехідних шкіл, що не досягли 18-річного віку, допускаються до виконання робіт на електрообладнанні з дозволу і під постійним наглядом електромеханіка та керівника практики тільки при знятій напрузі.

Електротехнічний персонал має контролювати справність захисних заземлень під час огляду і технічного обслуговування електрообладнання. Перевірка захисних заземлень повинна проводитися вимірюванням не рідше 1 разу на місяць із записом у Журналі джерел та споживачів струму. Заземленню підлягають усі металеві корпуси електрообладнання.

Справність захисних заземлень переносного електрообладнання необхідно перевіряти кожен раз перед його видачею для роботи. Усе переносне електрообладнання має бути зареєстроване в Журналі обліку переносних споживачів струму, у якому робиться відмітка про їх справність і видачу під розпис.

Опір ізоляції суднової мережі, окремих ділянок мережі та електрообладнання має систематично перевірятись і підтримуватись у межах нормативних вимог.

Усі електровимірювальні прилади суднової електроенергетичної системи мають бути перевірені та опломбовані контрольними організаціями.

Під час ремонту механізму з електроприводом його електродвигун має бути знеструмлений і на пусковому пристрої вивішений попереджувальний плакат "Не вмикати! Працюють люди!" з обов'язковим записом у вахтовому журналі про факт відключення механізму для ремонту.

Роботи з електроустаткуванням напругою понад 42 В допускається проводити особі електротехнічного персоналу під надглядом іншої особи, що забезпечує безпеку.

Робота на струмоводних частинах електрообладнання, розмішеного в сирих, пожежонебезпечних та вибухонебезпечних приміщеннях допускається тільки після зняття напруги на цих частинах.

Не допускається торкатися, обтирати та чистити неізольовані струмовідні частини електрообладнання, що перебувають під напругою, без відповідних засобів захисту.

Огляд електрообладнання, пускових і розподільних пристроїв, пультів керування тощо допускається виконувати тільки електротехнічному персоналу.

Заміна перегорілих запобіжників має проводитися після зняття напруги. Виняток складають пробкові та трубчасті запобіжники на силу струму до 15 А, при цьому необхідно користуватися діелектричними рукавичками, ізолювальними кліщами та захисними окулярами.

Заміну перегорілих запобіжників допускається проводити тільки після виявлення та усунення причини перегорання.

У разі самовільного вимикання споживача електроенергії, що має вимикач закритого виконання чи вимикач з дистанційним приводом, допускається повторне одноразове ввімкнення його без перевірки.

На держаках рубильників, приводів вимикачів та роз'єднувачів, а також на пускових кнопках апаратури, якими може бути подана напруга на обладнання, яке ремонтують, особою, що вимикає напругу, вивішуються плакати "Не вмикати! Працюють люди!".

Вагомий вплив на працездатність та здоров'я працюючих здійснює виробниче середовище. Це середовище у виробничих приміщеннях в основному визначається мікрокліматом, освітленням, наявністю шкідливих речовин у повітрі, рівнем шуму, випромінювання [41,42].

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88. "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны", для робочої зони виробничого приміщення, де буде встановлено автоматизоване устаткування необхідно встановити оптимальні та допустимі норми метеоумов.

Силове устаткування та пристрої, що до нього відносяться повинні знаходитися в сухому та вентиляємому окремому приміщенні, що захищено від атмосферних впливів. Машинне приміщення повинно відокремлюватися від сусідніх приміщень вогнестійкими перегородками та мати окремі сходи. Двері висотою $\geq 1,8$ м вогнестійкі, що відкриваються наружу. Ширина підходів та проходів в машинному відділенні $\geq 0,5$ м, у містах обслуговування $\geq 0,7$ м [41, 42].

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно бути правильно спроектованим та виконаним, відповідаючи вимогам СНиП II-4-79/85. "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования".

Освітленість у приміщеннях ліфта повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.02-99.

Кабіна, шахта та приямок ліфта, а також машинне та блочне приміщення, площадки перед дверми шахти, проходи та коридори, що ведуть до ліфта, до машинного та блочного приміщень повинні бути обладнані робочим електричним освітленням. Машинне приміщення, крім робочого освітлення, повинно бути обладнано аварійним електричним освітленням.

Кабіна ліфта, крім робочого, повинна мати аварійне електричне освітлення. Допускається живлення аварійного освітлення кабіни ліфта від самостійного джерела живлення (акумулятора).

Живлення електричного освітлення приміщень ліфтів, вказаних вище, повинно бути незалежним від живлення лебідки. Це забезпечується шляхом подачі живлення від відповідних освітлювальних мереж судна.

Освітлення глухих шахт підйомників з автоматичними дверима дозволяється виконувати шляхом всиновлення однієї лампи на кабіні та однієї лампи під кабіною [41,42].

При проектуванні устаткування необхідно розробляти заходи щодо зниження шуму, вібрацій, запобіганню їхнього шкідливого впливу на організм працюючих.

Шум — будь-який небажаний для людини звук. Сильний шум в умовах виробництва знижує продуктивність праці до 40 - 60% та може бути причиною нещасного випадку.

Згідно з ГОСТ 12.1.001-83 нормованою шумовою характеристикою робочих місць при постійному шумі є рівень звукового тиску в октавних полосах, виражений в децибелах. Сукупність таких рівнів називається граничним спектром ПС, номер якого кількісно дорівнює рівню звукового тиску в октавній полосі з середньгеометричною частотою 1000 Гц.

Щоб звести до мінімуму рівень шуму, супутнього руху ліфта, при виготовленні кабін використовують звукопоглинаючі матеріали. Крім того, підвищені вимоги пред'являють та до електромотору, і до аеродинаміки кабіни, і навіть до обтічності противаги.

Не в останню чергу на рух ліфта виливають вібрації. Гігієнічні норми загальної технологічної вібрації на постійних робочих місцях та локальної вібрації нормуються згідно з:

ГОСТ 12.1.012-78. "ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности";

ГОСТ 24346 - 80. "ССБТ. Вибрация. Термины и определения".

Тому підйомнику за статусом положено згладжувати вібрації. Перш за все, за це відповідає спеціальній пристрій для придушення вібрацій, що збирає інформацію з датчиків в шахті та керує спеціальною демпфуючою противагою [41,42].

Пожежна безпека при експлуатації суднового електрообладнання, електромереж і електронагрівальних приладів повинна забезпечуватися точним виконанням вимог Правил Регістру, ПУЕ, ПТБ та ПТЕ, КМД. Електричні машини, апарати, обладнання (апарати управління, пускорегулювання, контрольно-вимірювальні прилади, електродвигуни, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту повинні

відповідати класу зони (за ПУЕ), мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів [40-42].

Телефонні апарати, сигнальні пристрої до них, електричні годинники, радіоприймачі та інші подібні споживачі електроенергії можуть застосовуватися у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах лише за умови відповідності їх рівня вибухозахисту (ступеня захисту) класу зони.

На електродвигуни, світильники, інші електричні машини, апарати та обладнання, встановлені у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, повинні бути нанесені знаки, що вказують їх ступінь захисту згідно з чинними стандартами.

У приміщеннях категорій А, Б, В за вибухопожежною та пожежною небезпекою слід виконувати вимоги електростатичної іскробезпеки згідно з ДЗСТ 12.1.018-93.

Електропривод слід негайно вимкнути від електромережі в разі:

- появи диму або вогню з електродвигуна або його пускорегулювальної апаратури;
- недопустимого нагріву підшипників, електромагнітного гальма або корпусу електродвигуна.

Під час роботи електродвигуна слід регулярно стежити за його нагріванням (за термометром, на дотик, за температурою повітря в охолоджувачі), а також за нагріванням підшипників і контактних з'єднань.

При щоденному огляді необхідно стежити за чистотою електричних машин, відсутністю на них сторонніх предметів (інструментів, ганчірок тощо), вологи, мастил, палива в середині корпусу, а також наглядати за станом контактних кілець (колектора) і щітчного апарата.

Потрібно здійснювати періодичні огляди електричних машин згідно з інструкціями заводі в-виготовлювач і в, а за відсутності інструкцій - згідно з Правилами експлуатації суднового електрообладнання. Робота контактних кілець (колектора) допускається при ступені іскріння під щітками не більше 1,25 бала. Необхідно регулярно видаляти з контактних кілець (колектора) вугільний пил та сліди кіптяви. Перед проведенням очищення електричну

машину слід зупинити та відключити від електромережі, а захисні конденсатори розрядити "на корпус". Забороняється застосування бензину для очищення та промивання електричних машин. З цією метою повинні застосовуватися пожежобезпечні мийні засоби.

Система водогасіння науково-дослідного судна сконструйована згідно до вимог SOLAS-74. Згідно цих вимог та конструкції на судні є 2 пожежних насоси та один аварійний.

6.4. Розрахунок пожежних насосів

Сумарну подачу стаціонарних пожежних насосів можна визначити по наступній формулі Реєстру України:

$$Q = k \cdot m^2; \quad (5.1)$$

- де - Q - сумарна подача стаціонарних насосів,
- k - коефіцієнт, що дорівнює 0,008-0,012 та залежить від призначення та строку служби судна.

$$m = 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + H) + 25}; \quad (5.2)$$

де L, B, H - основні розміри судна, м.

Розрахуємо по формулі Реєстру сумарну подачу стаціонарних пожежних насосів для науково-дослідного судна, що має наступні основні розміри:

- довжина судна $L = 262$ м,
- ширина судна $B = 36$ м,
- висота судна до борта верхньої палуби $H = 12$ м.

На основі цих даних розраховуємо значення m :

$$m = 1,68 \cdot \sqrt{262 \cdot (36 + 12) + 25} = 175,2$$

- коефіцієнт k для науково-дослідного судна дорівнює 0,008;
- визначимо Q :

$$Q = 0,008 \cdot (175,2)^2 = 245,6; \text{ (м}^3\text{/хв.)}$$

Необхідно додати, що використання систем пожежогасіння для осушення відсіків, у яких зберігаються нафтопродукти або залишки будь-яких пальних рідин, заборонено.

Пожежним насосом можна подавати забортну воду для зрошення трапів та виходів, заповнення та осушення баластних цистерн і кофердамів, для миття суднових надбудов та палуб, якірних ланцюгів та ключів.

Система керування судновим ліфтом забезпечує вмикання аварійного освітлення кабіни, вимикачів пристроїв безпеки примусового розриву, дозволяє передачу інформації про стан ліфта в диспетчерський пункт. Забезпечено збереження заданих параметрів і кодів помилок при припиненні електропостачання ліфта. Крім того, зазначена система переводить ліфт у режим «пожежної небезпеки» у разі пожежі [41,42].

Використання послідовних каналів передачі інформації між складовими частинами системи, дозволило різко скоротити кількість проводів у шахті, значно спростивши і прискоривши монтаж, налагодження та обслуговування ліфта.

ВИСНОВКИ

В роботі розроблена система управління вантажним ліфтом науково-дослідного судна з використанням мікроконтролера. В процесі розробки системи управління ліфтом були поставлені та вирішені наступні основні завдання: розроблена основна концепція виконання системи з урахуванням сучасної електронної елементної бази і основних напрямів проектування в цієї галузі; виконано аналіз режимів роботи двигуна приводу ліфта; розроблена структура системи управління вантажним ліфтом; вибрана силова електрична схема для управління електричним двигуном приводу, якій переміщує кабінку ліфта.

Система приводу змінного струму реалізовує метод плавного частотного управління. Інвертор напруги виконується по стандартній 6-ті ключовій схемі з використанням біполярних транзисторів з ізольованим затвором IGBT.

Система керування ліфтами виконана на сучасних електронних компонентах і не містить гостродефіцитних або дорогих елементів. Керування ліфтами здійснюється із шафи керування, більшість контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації розташовано на лицьових панелях та усередині шафи керування.

Впровадження системи керування ліфтами дозволяє підвищити якість перевезення людей і вантажів та зменшити витрати на її виробництво.

При розробці системи керування ліфтами були розглянуто і враховані вимоги до охорони праці обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архангельский Г.Г. Современные тенденции совершенствования конструкций лифтового оборудования./ Подъемные сооружения. Специальная техника. 2003, №11.- С.14; №12. – С.10.
2. Макаров Л.Н. Современный электропривод скоростных лифтов повышенной комфортности // Электротехника, 2006, №5. - С.42 - 46.
3. Каган Б. М., Сташин В. В. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. - М: Энергоатомиздат, 1987. - 304 с.
4. Волков Д.И. Лифты. - М.: Изд-во АСВ, 1999. - 480 с.
5. Яновский Л. Проектирование механического оборудования лифтов. -М: Монография, издательство АВС, 2005 - 336с.
6. Волков Д.И., Ионов А.А., Чутчиков П.И. Атлас конструкций лифтов. -М: Машиностроение, 1984.-60 с.
7. Лобов Н.А. Пассажирские лифты. - М.: Изд-во МІТУ им. Н.Баумана, 1999. – 124с.
8. Архангельский Г.Г., Вайнсон А. А., Ионов А. А. Эксплуатация и расчет лифтовых установок. - М: МИСИ, 1980. – 157 с.
9. . Афонин В.И., Балабанов И.Н. Регулируемый электропривод лифтов с асинхронными электродвигателями.// Электротехника, 2006, №5. - С.37.
10. Архангельский Г.Г., Ионов А.А. Основы расчета и проектирования лифтов. - М.: МИСИ, 1985. – 286 с.
11. Полковников В.С., Лобов Н.А., Грузинов Н.В. Монтаж и эксплуатация лифтов. Пятое издание.-М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.
12. ДСТУ 3571-97 (ГОСТ 19542-93). Сумісність засобів обчислювальної техніки електромагнітна. Терміни та визначення.
13. ГОСТ 18988-90 Лифты судовые. Общие технические требования. Министерство судостроительной промышленности. – М.: 1991г. - С. 10.
14. Интегральные микросхемы: Перспективные изделия. Выпуск 3. - М.: ДОДЭКА, 1997. – 332 с.

15. Міжнародна Конвенція з охорони життя людини на морі (SOLAS-74) з поправленнями, 1993 -110 с.
16. Правила техніки безпеки на судах морського і річкового флоту України КНДЗ 31.2.002.07, 2002 - 87 с.
17. Правила технічної експлуатації морських і річкових суден України. Розділ «Електрообладнання». КНДЗ 31.2.002.07 - 96 с.
18. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. — М.: Госгортехнадзор, 1992.
19. Жидецький В.Ц. та ін. Основи охорони праці. Підручник. — Вид. 5-те, доповнене. - Львів: Афіша, 2000. - 350 с.