

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Віктор РОЗЕН

« ___ » _____ 2021 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка
на тему: «Електромеханічне обладнання та автоматизація ліфтової
установки житлового будинку»

Виконав:

студент III курсу, групи ОА-зп81

Орлов Роман Олександрович _____

Керівник:

Доц., к.т.н.

Босак Алла Василівна _____

Консультант з електропостачання:

Доц. каф. ЕМОЕВ, к.т.н.

Мейта Олександр В'ячеславович _____

Консультант з охорони праці:

Доц. каф. ОППЦБ, к.т.н.

Козлов Сергій Степанович _____

Рецензент:

Доц. каф. Електропостачання, к.т.н.

Бориченко Олена Володимирівна _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2021 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 2410. ОА.п81 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ДП 2410. 01.000 ТК	Кінематична схема пасажирського ліфта	1	
4	A1	ДП 2410. 02.000 ТК	Однолінійна схема електропостачання житлового будинку	1	
5	A1	ДП 2410. 03.000 ТК	Структурна схема підключення ПЧ до двигуна ліфтової установки	1	
6	A1	ДП 2410. 04.000 ТК	Функціональна схема електроприводу, перехідні процеси	1	

				ДП 2410 ОА.п81.01				
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту				
Розробн.	Орлов Р.О.						Лист	Листів
Керівн.	Босак А.В.						1	1
Консульт.							КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АУЕК Гр. ОА-зп81	
Н/контр.	Смоляр В.Г.							
Зав.каф.	Розен В.П.							

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Електромеханічне обладнання та
автоматизація ліфтової установки житлового будинку»

Київ – 2021 року

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Віктор РОЗЕН

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Орлову Роману Олександровичу

1. Тема проекту «Електромеханічне обладнання та автоматизація ліфтової установки житлового будинку», керівник проекту Босак Алла Василівна, к.т.н, доц., затверджені наказом по університету від «__» травня 2021 р. № _____.
2. Термін подання студентом проекту 8 червня 2021 р.
3. Вихідні дані до проекту: в якості об'єкта регулювання вибрано ліфтову установку з електродвигуном серії АИРМ132S6 потужністю 5,5 кВт, $n = 1000$ об/хв.
4. Зміст пояснювальної записки:
Загально-технічна частина (огляд основних видів підйомних механізмів, огляд основних вузлів);
Електропостачання (розрахунок навантаження груп споживачів електроенергії житлового будинку, вибір пристроїв захисту, розрахунок струмів КЗ, розрахунок освітлення, вибір марки та перетину кабелю);
Спеціальна частина (автоматизація ліфтової установки, вибір електродвигуна та перетворювача частоти, розрахунок параметрів регуляторів, моделювання перехідних процесів);
Охорона праці (безпека експлуатація електромеханічного обладнання, умови праці обслуговуючого персоналу, вимоги безпеки в аварійних ситуаціях).
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

- 1 аркуш – Кінематична схема пасажирського ліфта
- 2 аркуш – Однолінійна схема електропостачання житлового будинку;
- 3 аркуш – Структурна схема підключення ПЧ до двигуна ліфтової установки;
- 4 аркуш – Функціональна схема електроприводу, перехідні процеси;

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електропостачання	Мейта О.В., доц. каф. ЕМОЕВ		
Охорона праці	Козлов С.С., доц. каф. ОППЦБ		

7. Дата видачі завдання 20.05.21

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічна частина	20.05.-23.05	виконано
2.	Електропостачання	24.05.-28.05	виконано
3.	Спеціальна частина	29.05.-4.06.	виконано
4.	Охорона праці	5.06.-7.06	виконано
5.	Підготовка графічного матеріалу	8.06.-12.06	виконано

Студент

Роман ОРЛОВ

Керівник проекту

Алла БОСАК

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗМІСТ

Вступ	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	31
1.1 Класифікація і види підйомних механізмів.....	31
1.2 Основні вузли і короткий опис роботи ліфта.....	36
1.3 Органи управління і індикації	38
1.4 Сучасні тенденції та технології в ліфтобудуванні.	40
1.5 Швидкість і комфорт	43
1.6 Економія простору	44
1.7 Вимоги до електроприводів ліфтів	45
РОЗДІЛ 2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	31
2.1 Загальні відомості	31
2.2. Розрахунок електричного освітлення	34
2.2.1 Метод коефіцієнта використання світлового потоку.....	35
2.2.2 Розрахунок освітленості по методу питомої потужності	36
2.3 Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторів.....	37
2.3.1 Схема електричних з'єднань 10кВ.....	39
2.3.2 Визначення електричних навантажень та вибір потужності трансформаторів ТП.....	40
2.4 Розрахунок електричних мереж житлового будинку та вибір типу перерізів провідників.....	42
2.5 Визначення основних параметрів КЗ.....	46
2.5.1 Розрахунок опорів схеми заміщення.....	47
2.5.2 Розрахунок струму трифазного КЗ.....	49
2.5.3 Розрахунок струму однофазного КЗ	50
2.6 Вибір електричних апаратів та уставок їх спрацювання	52
2.6.1. Умови вибору плавких запобіжників.....	52
2.6.2 Вибір запобіжників за номінальною напругою	53
РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	31
3.2 Математичний опис електроприводу ліфта	33
3.2.1 Розрахунок параметрів схеми заміщення електродвигуна	33
3.2.2 Розрахунок статичних характеристик при частотному регулюванні	35
3.2.3 Розрахунок параметрів перетворювача	38
3.2.4 Структурна схема лінійної системи автоматичного керування (САК)	39
3.2.5 Імітаційне дослідження САК регульованого електропривода із точною моделлю двигуна	41
3.3 Математичний опис механічної частини ліфта	45
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
4.1 Організація робочого місця	49
4.2 Мікроклімат виробничого приміщення	49

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	24 10 ДП.ОА-зп81-01.ПЗ				

4.3 Освітлення виробничих приміщень	50
4.4 Шум, вібрація	53
4.5 Забезпечення безпеки при експлуатації електроустановок	56
4.6 Пожежна безпека	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

					24 10 ДП.ОА-зн81-01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Впровадження передових технологій та створення сучасного обладнання вимагають забезпечення високої точності, швидкості, широкого діапазону регулювання, рівномірності і узгодженості дії електроприводів (ЕП) в процесі відтворення заданих траєкторій руху замкнутих електромеханічних систем (ЕМС). Особливо жорсткі вимоги пред'являються до сучасних систем ЕП циклічної дії (приводи екскаваторів, підйомних машин, промислових маніпуляторів та інших механізмів). У більшості випадків головним завданням таких ЕМС стає переміщення робочого органу на задану відстань за мінімальний час при певних обмеженнях режимних показників. Тому при виборі оптимальних діаграм швидкості і її похідних по часу, а також відповідних їм дій, що управляють такі системи повинні розглядатися як позиційні.

Оптимізація управління ЕП в загальному випадку включає в себе дві пов'язані між собою завдання: 1) реалізація оптимальних за певними критеріями законів зміни керованих змінних (однієї або декількох) і формування пропорційних цим змінним оптимальних задаючих впливів; 2) відтворення з найменшою похибкою керованими змінними задаючих впливів. Перше завдання стосується оптимізації за режимом управління, друге - оптимізації за перехідними процесами.

Отже, постає задача підвищення ефективності управління позиційним електроприводом складної структури, схильним до впливу параметричних і зовнішніх збурень.

					<i>24 10 ДП.ОА-зн81-01 01.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Орлов Р.О.			ВСТУП	Лім.	Арк.	Акрушів
К. розділу								
Керівник		Босак А.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Смоляр В.Г.						
Зав. каф.		Розен В.П.						

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Класифікація і види підйомних механізмів

Є велика кількість показників, за якими систематизують ліфти. Загальною систематизації ліфтів ніяк ні є. Далі наведені основні характеристики, згідно з якими допускається систематизувати ліфти.

Вид приводу:

- Електричний ліфт
- Гідравлічний підйомник
- Пневматичні ліфт

Електричним ліфтом є підйомник, лебідка який доводиться в дію електродвигуном.

Електричні і гідравлічні ліфти 1-го класу схожі відповідно до власних основних даних: вантажопідйомності, швидкості переміщення, ступеня шуму, оснащеності і т. Д. Видимих зовнішніх відмінностей може і ніяк не бути, однак існують експлуатаційні відмінності. Наприклад, швидкість електричних ліфтів більше, немає обмежень згідно висоті підйому. Б) Гідравлічні ліфти, при інших рівних обставини, володіють величезною вантажопідйомність, присутність виключенні плавно опускаються аж до 1-го поверху через рахунок автономного аварійного живлення. Машинне відділення здатне бути видаленим з шахти в будь-яку відстань.

Пневматичні ліфти - наводяться в переміщення за допомогою повітряного тиску, без застосування кабелів, блоків і поршнів. Пневматичні ліфти простіше в монтажі і підійдуть для існуючих будівель, завдяки їх малогабаритної конструкції. Функціонують за рахунок атмосфери, який відкачується зсередини циліндра в секції вище кабіни. Остання приступає підніматися під впливом

					24 10 ДП.0А-зп81-01 01.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Орлов Р.О.			Лім.	Арк.	Акрушів
К. розділу							
Керівник		Босак А.В.			ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Смоляр В.Г.					
Зав. каф.		Розен В.П.					

атмосферного тиску внизу кабіни. Підйом виконується за рахунок відмінності в тиску внизу і поверх кабіни.

Ліфти - класифікуються пасажирські і вантажні.

пасажирські:

- для житлових будинків;
- громадських будівель;
- будівель промислових підприємств;
- для малоповерхових житлових будинків (особняків) електричні або гідравлічні з поверховістю до 5 поверхів і з швидкістю до 0,63 м / с.

У пасажирському ліфті дозволяється перевезення легких вантажів і предметів домашнього побуту при обставині, що їх загальна маса одночасно з пасажиром ніяк не перевищує вантажопідйомність ліфта. Транспортування вибухонебезпечних і легко-займистих предметів не дозволена.

Лікарняні ліфти - з метою транспортування пацієнтів, у цьому числі у транспортних засобах, і з супутнім персоналом в лікарняних транспортних засобах (візках, інвалідних візках). Даними ліфтами розпоряджається ліфтер;

Інвалідні ліфти - представляють собою пасажирські ліфти самостійного користування, що призначаються з метою підйому і спуску пасажирів з патологією функцій опорно-рухового апарату на інвалідних візках;

На рисунку 1.1 показані пасажирські ліфти.



Рисунок 1.1 - Пасажирські ліфти

Вантажні ліфти:

- звичайні вантажні ліфти (вантажопідйомність 250 - 5000 кілограм);
- вантажні невеликі ліфти, призначені з метою підйому і спуску не дуже великих вантажів. Для виключення транспортування в них людей кабінку розраховують на транспортування вантажів масою не більше 250 300 кілограм, а її висота ніяк не повинна бути вище 1250 міліметрів. Площа підлоги кабінки до 0,9 м. кв.;
- тротуарні ліфти - в подібних ліфтах кабінка виходить з шахти за допомогою що знаходиться, в її верхній частці, люк в рівень тротуару. Тротуарні ліфти використовують в складах з великими підземних сховищ з метою спускання і підйому машин з вантажем, в підземних автостоянках, в торгових центрах з метою пересування вантажів з дороги в підвал і т.д .;
- вантажопасажирські ліфти - для транспортування людей і вантажів;
- вантажні ліфти з провідником - для транспортування вантажів і супутніх їх персон;
- вантажні ліфти в відсутності провідника - для транспортування тільки вантажів.

На рисунку 1.2 показаний вантажний ліфт.



Рисунок 1.2 – Вантажний ліфт

Ліфти класифікуються за способом сервісу:

- ліфти самостійного користування, якими розпоряджається безпосередньо пасажир;

- ліфти, контрольовані провідником і постійно супутні вантаж.
- Класифікуються за методом обслуговування:
- ліфти незалежного використання, якими управляє безпосередньо пасажир;

- ліфти, контрольовані провідником і постійно супроводжують вантаж.

Швидкість переміщення кабіни:

- ліфти тихохідні (аж до 1,0 м / с);
- ліфти швидкохідні (з 1,0 до 2,0 м / с);
- ліфти швидкісні (з 2,0 до 4,0 м / с);
- ліфти швидкісні (більше 4,0 м / с).

Тип приводу підйомного механізму:

- ліфти електричні (з приводом від електродвигуна змінного або безперервного струму);
- ліфти гідравлічні (з приводом в варіанті підйомного гідроциліндра або лебідки з гідромотором обертового типу).

Машинне приміщення ліфта:

- машинне відділення з верхнім машинним приміщенням (над шахтою);
- машинне відділення з нижнім машинним приміщенням (під шахтою або збоку від неї);
- без машинного приміщення (машинне приміщення знаходиться в габаритах шахти, зазвичай нагорі).

Конструкція приводу:

- ліфти з лебідкою крутного виду. Троси, в яких підвішена кабіна ліфта, твердо зафіксовані в барабані і при підйомі кабіни ліфта її троси намотуються в барабан. Головною мінусом обертають лебідок - істотні габарити барабанів по протяжності, збільшуються зі збільшенням висоти обслуговується будівлі. З цієї причини цей електропривод застосовується в будівлях з невеликою висотою підйому кабіни ліфта.

• лебідки з канатоведучим шківом. Характеризуються відсутністю твердого кріплення тросів на провідному органі лебідки (канатотяговому шківі). Тягове зусилля в тросах важливе з метою підняття кабіни ліфта формується за рахунок тертя тросів про робочу поверхню канатоведущого шківа. Подібна лебідка дає можливість підвішувати кабіну і противагу на декількох тросах, істотно не ускладнюючи її конструкцію. Це важливо для ліфтів високої вантажопідйомності в висотних будівлях. Висота підйому несуттєво впливає на конструкцію лебідки.

Вид приводу дверей:

- ліфти з ручним приводом (двері шахти і кабіни відкриває безпосередньо пасажир);
- ліфти з напіваавтоматичним приводом шахтних дверей (двері відкриваються вручну, а закриваються автоматично з підтримкою доводчика);
- ліфти автоматичним приводом;
- ліфти з комбінованим приводом (двері кабіни - автоматизований електропривод, двері шахти - ручні).

Лебідка ліфта:

- лебідка електричного ліфта з редуктором;
- лебідка електричного ліфта в відсутності редуктора (без редукторні лебідка).
- Лебідки з редукторним використовують в ліфтах з незначними швидкостями, безредукторні лебідки використовують, навпаки, в ліфтах з великими швидкостями.

Верхнє положення приводу дає можливість полегшити механічну частину ліфта, скоротити навантаження в шахту, зменшити кількість перегинів тросів, а таким чином підвищити його термін служби.

Нижнє положення приводу, дає можливість визначити його в самостійний фундамент, то що зменшує шум з приводу. Ремонт приводу найбільш комфортний, таким чином так само як виключає підйом нелегких деталей і пристроїв незначну висоту. Однак при такому розташуванні приводу зростає

довжина тягових тросів, зростає навантаження на шахту ліфта, ускладнюється будівельна частина ліфта, викликана установкою додаткових відхиляють конструкцій.

Типи управління:

- внутрішнє управління, при якому ліфтом керують з купе кабіни;
- зовнішнє управління з зупинкових майданчиків;
- змішане управління з купе кабіни ліфта і з зупинкових майданчиків.

Ліфт являє собою різновид підйомників.

Ліфт - це стаціонарна вантажопідйомна машина періодичної дії, призначена для підйому і спуску людей і / або / вантажів у кабіні, що рухається згідно строгим прямолінійним направляють, у яких кут нахилу до вертикалі не більше 15 градусів;

Згідно "Правил будови і безпечної експлуатації ліфтів" підйомник - це, транспортний пристрій безперервної дії, спеціалізоване з метою підйому і спускання людей (вантажів) з 1-го рівня на інший, кабіна (майданчик) якого переміщається згідно строгим вертикальних напрямних, визначеним у шахті, забезпеченої в посадочних (завантажувальних) площадках закриваються дверима.

1.2 Основні вузли і короткий опис роботи ліфта

До складу основних вузлів входять:

- електричний привід, який приводить до руху кабіну ліфта;
- кабіна з встановленими на ній елементами безпеки (уловлювачами);
- елементами підвіски кабіни і механізми приводу дверей;
- тягові канати, що з'єднують кабіну, привід і противагу;
- противагу;
- станція управління ліфтом (машинне відділення);
- портали (шахтні двері);
- напрямні для переміщення по ним кабіни;

Кінематична схема ліфта (див. Рисунок 1.3) показує взаємодію основних вузлів ліфта. При включенні електродвигуна, що обертає момент передається з вихідного вала електродвигуна на канатоведучий шків через черв'ячний редуктор,

додатково виконує роль гальма, за рахунок чималих внутрішніх сил тертя. Для врівноваження маси тягового каната служить канат врівноважує. Для зупинки та фіксації кабіни на необхідному рівні (поверсі) з похибкою не більше 3 см служить гальмо, розташований в машинному приміщенні.

При замиканні контакту кнопкою виклику ліфта, в систему управління надходить електричний сигнал. Залежно від місця розташування кабіни ліфта буде виконано одну з наступних дій:

- якщо ліфт знаходиться на поверсі виклику - відкриються шахтні й двері кабіни;
- якщо ліфт знаходиться на інших поверхах, відбувається розгальмовування приводу ліфта (відходять колодки гальма), ЕД приходить в обертання і кабіна починає переміщатися в бік поверху виклику. При підході до потрібного поверху, система керування електроприводом переводить частоту обертання ЕД з високою на низьку, а при вирівнюванні підлоги кабіни з підлогою поверхової площадки очікування - зупиняє кабіну, фіксує електропривод від переміщення електромагнітним гальмом, відкриває двері.

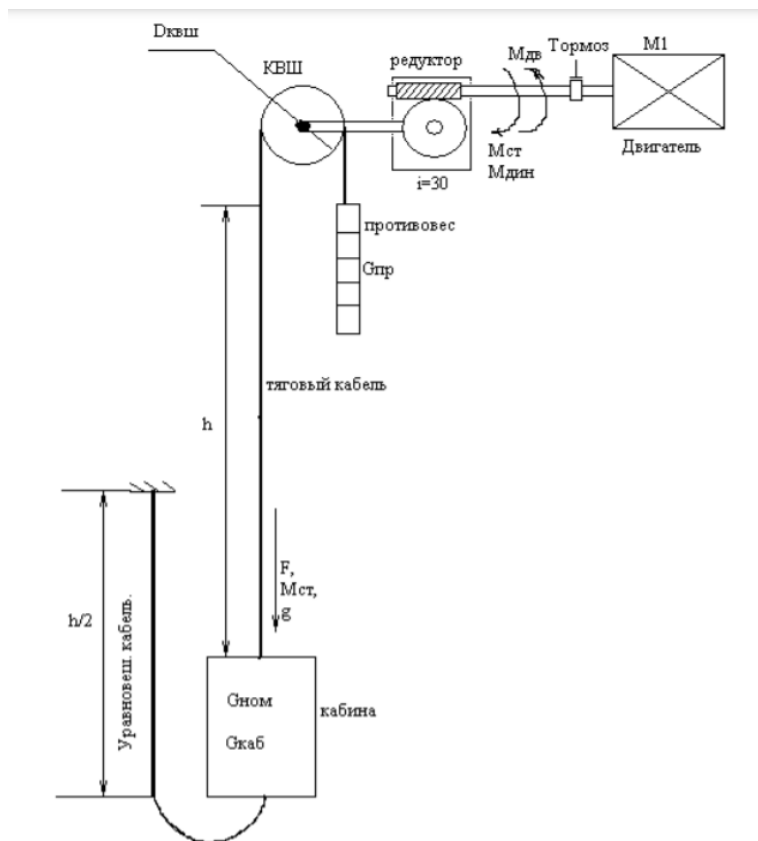


Рисунок 1.3 – Кінематична схема ліфта

1.3 Органи управління і індикації

Для управління роботою системи в різних режимах використовуються органи управління і індикації, розташовані в наступних частинах ліфта:

- Машинне приміщення;
- Поверхові майданчика;
- Прямок;
- Кабіна.

У машинному приміщенні органи управління і індикації знаходяться в наступних пристроях:

- Вступне пристрій;
- Блок освітлення машинного приміщення;
- Пристрій управління пасажирським ліфтом.

Важіль ввідного пристрою управляє подачею напруги живлення на управління пасажирським ліфтом.

У положенні важеля «ВИКЛ» (горизонтальне положення) напруга живлення відключено.

У положенні важеля «ВКЛ» (вертикальне положення) напруга живлення надходить в управління пасажирським ліфтом.

На малюнку 1.4, де в блоці освітлення ліфта розташовані такі органи управління:

- Авт. вимикач QF01 «ремонтного напруги»;
- Авт. вимикач QF02 «Висвітлення кабіни»;
- Авт. вимикач QF03 «Висвітлення шахти»;
- Авт. вимикач QF04 "Висвітлення машинне приміщення".

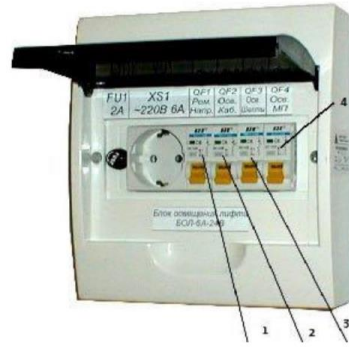


Рисунок 1.4 – Блок освітлення ліфта

Автоматичний вимикач QF1 "Рем. Напр." призначений для ручного включення і ручного або автоматичного відключення ремонтного напруги.

Вимикач управляє подачею напруги на вбудовану розетку і розетки ремонтного напруги в шахті і на кабіні ліфта. Автоматичний вимикач QF2 "Висвітлення. Кабіни." призначений для ручного включення і ручного або автоматичного відключення освітлення кабіни ліфта. У положенні "ВКЛ" напруга подається на лампи освітлення кабіни ліфта.

Автоматичний вимикач QF3 "Висвітлення. Шахти." призначений для ручного включення і ручного або автоматичного відключення освітлення шахти ліфта. У положенні "ВКЛ" напруга подається на вимикачі освітлення шахти ліфта в машинному приміщенні і в приямку. Автоматичний вимикач QF4 "Висвітлення. МП." призначений для ручного включення і ручного або автоматичного відключення освітлення машинного приміщення ліфта. У положенні ВКЛ "напруга подається на вимикач SA2 освітлення машинного приміщення ліфта, розташований біля входу в машинне приміщення. Вимикач освітлення включає лампи освітлення машинного приміщення.

Пристрій управління пасажирським ліфтом. На рисунку 1.5 в управлінні пасажирським ліфтом розташовані такі органи управління та індикації:

- 1 - Автоматичний вимикач QFB;
- 2 - Індикатор наявності фаз;
- 3 - Індикатор наявності фаз;
- 4 - Автоматичний вимикач QFD;

- 5 - Пульт включення;
- 6 - Пульт зв'язку;
- 7 - Пульт управління;
- 8 - Панель індикації;

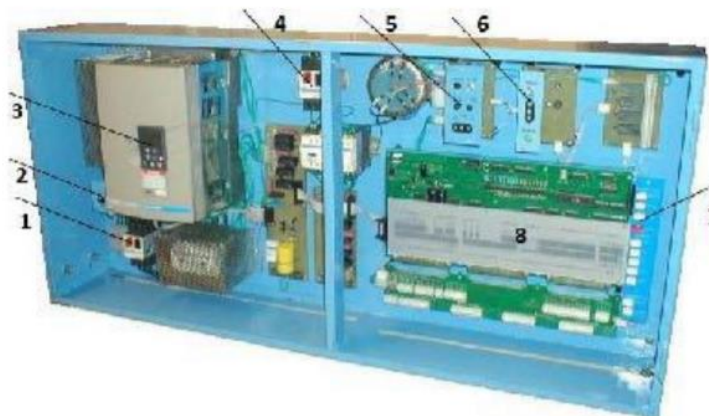


Рисунок 1.5 - Приклад пристрою управління пасажирським ліфтом

1.4 Сучасні тенденції та технології в ліфтобудуванні.

Енергозбереження зараз більше не є додатковою опцією, а стало обов'язковою умовою. Будинки споживають 40% виробленої електроенергії. Ліфти і ескалатори споживають від 2 до 5% енергії в більшості будинків, а в пікові години споживання енергії ліфтами і ескалаторами може досягати 50% від загальної кількості енергії споживаної в будівлі. В середньому нові технології ліфтобудування, такі як система TWIN корпорації ThyssenKrupp, можуть економити на 27% більше енергії в порівнянні з традиційними технологіями. Згідно керівництву по енергоефективності ліфтів VDI 4707, розробленого в 2009 році Асоціацією німецьких інженерів (Association of German Engineers), найбільш ефективні технологічні зміни ліфтів можуть знизити споживання енергії на 70%.



Рисунок 1.6 - Ліфти TWIN ThyssenKrupp

На додаток до цього ліфти можуть генерувати електроенергію. Генерація електроенергії відбувається під час руху сильно навантаженої кабіни ліфта вниз, коли противагу ліфта легше кабіни, або під час руху злегка навантаженої або порожньої кабіни вгору, коли противагу важче кабіни. Ця електроенергія повертається в мережу будівлі для подальшого використання. Нові технології перетворюють можливості людини по пересуванню всередині будівель і дають можливість архітекторам і проектувальникам досягати нових висот.

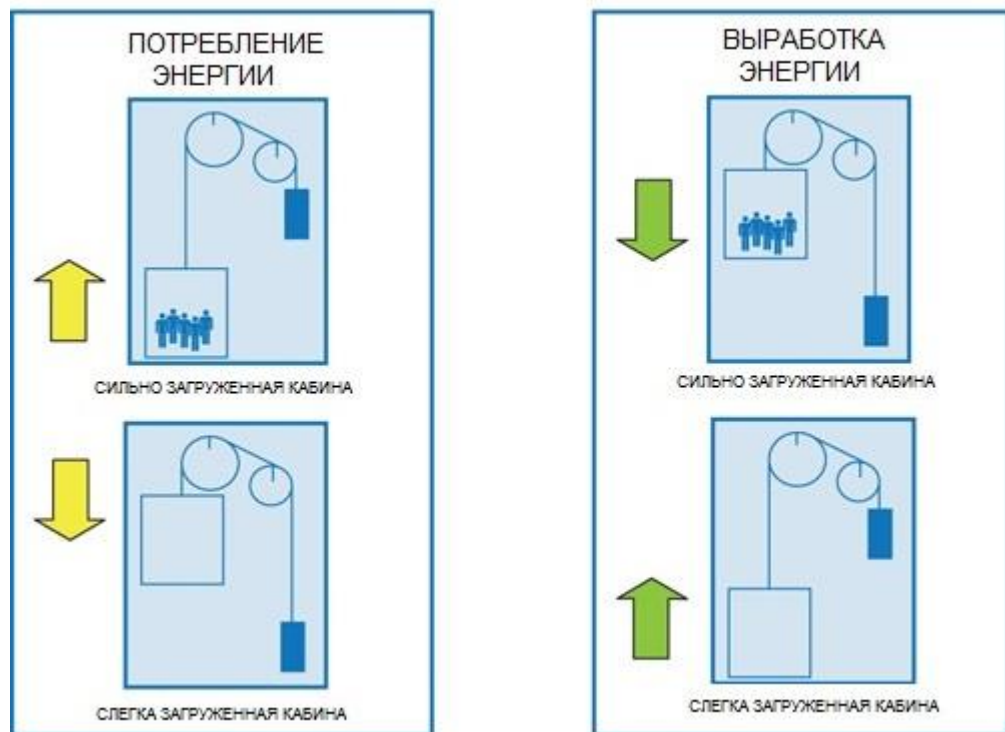


Рисунок 1.7 – Генерування енергією ліфтової установки

Беручи до уваги високу вартість будівництва будівель із застосуванням зелених технологій, вплив яке можуть надати нові технології в ліфтостроєнні на експлуатаційні витрати існуючих будівель, набувають великого значення. Це особливо важливо в старих будівлях, де експлуатаційні витрати зростають у міру збільшення віку будівлі. Подібна технологія генерації електроенергії може бути вбудована майже в будь-який існуючий ліфт, приносячи очевидні вигоди.

Хоча більш енергоефективні ліфти можуть значно знизити експлуатаційні витрати будівлі, інформація яка необхідна щоб допомогти власникам будівель визначити відповідну ліфтову систему не завжди доступна, стверджується в недавньому дослідженні Американської ради з енергоефективної економіки (АСЕЕЕ).

Без стандартного способу оцінки енергозбережень і рейтингової системи енергоефективності власники будівель можуть не знати про вигоди модернізації ліфтового господарства або вибору більш ефективної ліфтової системи при новому будівництві.

«Збільшення доступності інформації, коли мова йде про ефективність ліфтів, може допомогти замовникам отримати повний пакет вигод від поліпшення управління, підвищення продуктивності, зменшення шуму і підвищення комфорту», - говорить Харві Сакс (Harvey Sachs) провідний автор дослідження.

Дана робота закладає основу для встановлення єдиних стандартів оцінки ефективності ліфтів, які потенційно можуть привести до рейтинговою системою на зразок тих, які існують для систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Дослідження визначило енергоефективні ліфтові технології, які можуть бути включені до будівельних норм і враховані в рейтингах ліфтів і системах маркування. Оскільки більшість ліфтів набагато більше часу знаходяться в режимі очікування, ніж в русі, зменшення енергоспоживання ліфтів під час простоювання за допомогою, наприклад, вимкнення освітлення та вентиляції кабіни може значно знизити загальне енергоспоживання, і ця модернізація коштуватиме відносно недорого. На додаток, заміна сталевих канатів на гнучкі

армовані поліуретанові ремені призводить до більш ефективного функціонування. Сучасне програмне забезпечення може поліпшити обслуговування пасажирів за рахунок скорочення часу очікування ліфта при одночасному скороченні енергоспоживання в два рази в порівнянні з традиційними системами, йдеться в дослідженні.

1.5 Швидкість і комфорт

У міру того як будівлі стають вище, зростає потреба в ліфтах які рухаються швидше. Mitsubishi Electric, наприклад, розробила ультрашвидкісна ліфт здатний рухатися зі швидкістю 1080 метрів в хвилину; це на порядок вище традиційної швидкості для швидкісних ліфтів в 750 м / хв. «Розробка більш швидкісних ліфтів означає, що ми повинні боротися з проблемами, з якими раніше не стикалися, особливо коли мова заходить про рівень комфорту», - кажуть Масаджі Иида (Masaji Iida) і Йоичи Сакума (Yoichi Sakuma) з Mitsubishi Electric.

Вони стверджують, що вібрація, шум і різниця в атмосферному тиску це три основні проблеми: «Для придушення вібрації всередині кабіни ми розробили систему активних роликівих напрямних, які використовують датчики прискорення для забезпечення такого ж рівня комфорту як і в традиційних системах». Для зменшення шуму кабін ліфта надали обтічну форму, а також вжиті заходи щодо зниження шуму навколо ліфтової кабіни і по шумоізоляції самої кабіни, що дозволяє знизити рівень шуму всередині кабіни на швидкості 1080 м / хв до прийняттого рівня.

Для будівель заввишки в 500 м різниця в атмосферному тиску на нижньому і верхньому поверхах становить близько 6000 Па. Для зменшення неприємного відчуття тиску у вухах, пережитого пасажирами, була розроблена система контролю тиску повітря всередині кабіни ліфта. Ця система стежить, щоб швидкість наростання або падіння тиску повітря всередині герметичної кабіни була якомога меншою.

Ще одна проблема виникає через великі розмірів. Електродвигун звичайного ліфта, що їде зі швидкістю 500 футів в хвилину, може займати близько

27 кубічних футів. Двигун же високошвидкісних ліфтів, на зразок тих, які встановлюються в хмарочосах, займає приблизно половину кімнати.

1.6 Економія простору

Насправді, зменшення простору, займаного ліфтовим обладнанням, це справжній виклик для інженерів; менше простору під обладнання означає більше простору для здачі в оренду. Технологія ліфтів без машинного приміщення - Machine Room-Less (MRL) - допомагає зменшити обсяг простору, займаного ліфтовим обладнанням, шляхом виключення необхідності в машинному приміщенні, що розташовується у верхній частині шахти.

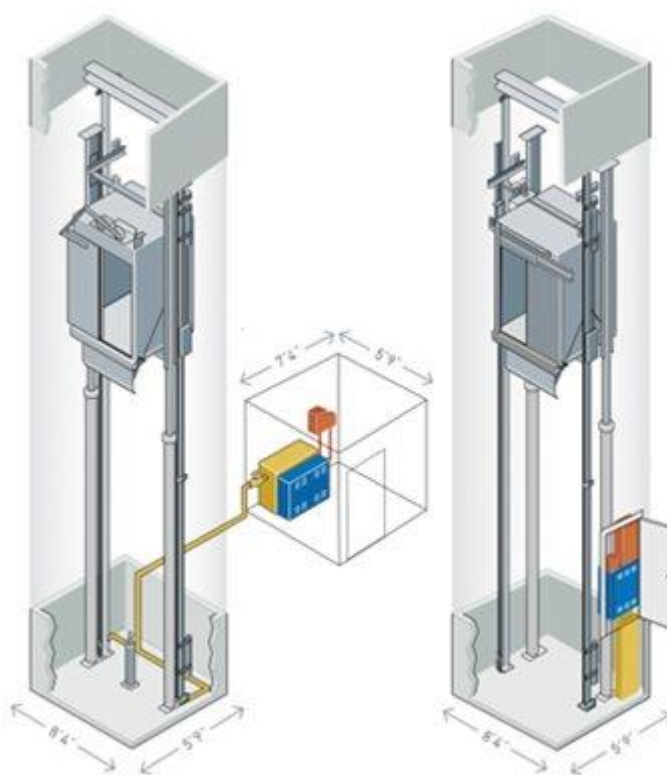


Рисунок 1.8 - Традиційний ліфт (зліва) і ліфт без машинного приміщення (праворуч)

Фірма KONE розробила технологію безредукторного приводу EcoDisc в 1996 році. Дана технологія виключає необхідність в машинному приміщенні. Компактний має форму диска приводний двигун встановлюється всередині стандартної шахти ліфта і кріпиться до напрямних, все ліфтове обладнання монтується в шахті, а панель технічного обслуговування встановлюється в шафі, вбудованому в дверну раму.

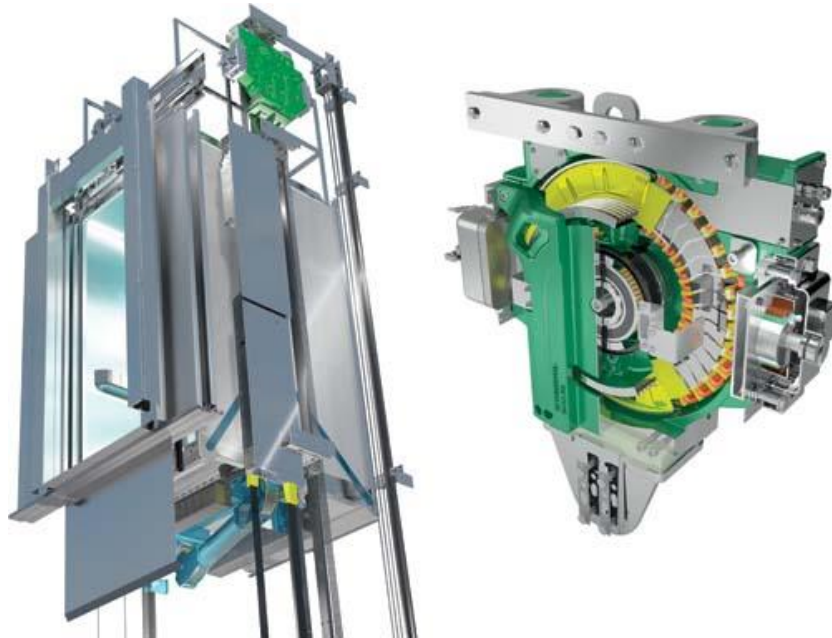


Рисунок 1.9 - Технологія KONE EcoDisc

1.7 Вимоги до електроприводів ліфтів

Режим роботи електроприводу ліфта характеризується частими включеннями і відключеннями. При цьому можна виділити наступні етапи руху: а) розгін електродвигуна до сталої швидкості, б) рух зі сталою швидкістю, в) зменшення швидкості при підході до поверху призначення (безпосередньо до нуля або до малої швидкості дотягування), г) гальмування і зупинка кабіни ліфта на поверсі призначення з необхідною точністю.

При цьому необхідно враховувати, що етап руху з усталеною швидкістю може бути відсутнім, якщо сума шляхів розгону до сталої швидкості і гальмування з усталеною швидкістю менше відстані між поверхами відправлення і призначення (при поверховому роз'їзді).

Одним з основних вимог, пред'явлених до електроприводу ліфтів, є забезпечення мінімального часу руху кабіни від

вихідного поверху положення кабіни до поверху призначення за викликом або наказом. Звідси природно випливає прагнення підвищувати сталу швидкість руху ліфта для підвищення його продуктивності, однак збільшення цієї швидкості далеко не завжди є виправданим.

Ліфти з великою швидкістю руху кабіни в тому випадку, коли остання повинна робити зупинки на кожному поверсі, по суті не використовуються за швидкістю, так як на перегоні між поверхами введені обмеження прискорення та уповільнення, кабіна не встигає досягти номінальної швидкості, оскільки шлях розгону до цієї швидкості в цьому випадку зазвичай більше половини міжповерхового відстані.

Виходячи із зазначеного вище, в залежності від умов роботи доцільно використовувати приводи, що забезпечують різні усталеними швидкості руху

Наприклад, в залежності від призначення рекомендується застосовувати пасажирські ліфти з наступними номінальними швидкостями:

- в адміністративних будівлях і готелях: до 9 поверхів - від 0,7 м / с до 1 м / с; від 9 до 16 поверхів - від 1 до 1,4 м / с;
- в адміністративних будівлях від 16 поверхів - 2 і 4 м / с.

Рекомендується при установці в будівлях ліфтів зі швидкістю понад 2 м / с мати експресні зони, тобто ліфти повинні обслуговувати не всі поверхи поспіль, а, наприклад, кратні 4-5. У міжекспресних зонах ліфти повинні працювати з меншими швидкостями руху. При цьому використовуються схеми управління, які за допомогою перемикачів швидкостей можуть задавати два режими роботи електроприводу: з високою швидкістю при експресних зонах і зі зниженою швидкістю для поверхового роз'їзду.

На практиці при установці в одному під'їзді, наприклад, двох ліфтів часто використовується просте рішення, при якому система управління забезпечує зупинку одного ліфта тільки на непарних поверхах, а іншого - тільки на парних. Це збільшує використання швидкісних можливостей приводів, а отже, підвищує продуктивність ліфтів.

Крім основної швидкості руху кабіни, яка багато в чому визначає продуктивність ліфта, електропривод і система управління ліфтом з номінальною швидкістю більше 0,71 м / с повинні забезпечувати можливість руху кабіни зі швидкістю не більше 0,4 м / с, що необхідно для контрольного обстеження шахти (режим ревізії).

Одним з найважливіших вимог, виконання якого в істотній мірі, залежить від структури електроприводу і системи його управління, є необхідність обмеження прискорень і уповільнень кабіни $a = dv / dt$ і їх похідних (ривків) $p = da / dt = d^2v / dt^2$.

Максимальна величина прискорення (уповільнення) руху кабіни при нормальних режимах роботи не повинна перевищувати: для всіх ліфтів, крім лікарняного, 2 м / с^2 , для лікарняного ліфта - 1 м / с^2 .

Похідна прискорення і уповільнення (ривок) правилами не регламентується, однак необхідність його обмеження, як і обмеження прискорення, визначається необхідністю обмеження динамічних навантажень в механічній передачі під час перехідних процесів і завданням забезпечення необхідного комфорту для пасажирів. Обмеження величин прискорення і ривка має забезпечувати високу плавність перехідних процесів і тим самим виключити негативний вплив на самопочуття пасажирів. Для швидкісних ліфтів максимальне значення ривка зазвичай становить $3,0 \text{ --- } 10 \text{ м / с}^3$.

Вимога обмеження прискорень і ривків допустимими значеннями вступає в протиріччя з зазначеним вище вимогою забезпечення максимальної продуктивності ліфта, так як з нього випливає, що тривалість розгону і уповільнення руху кабіни ліфта не може бути менше певної величини, яка визначається цим обмеженням. Звідси випливає, що для забезпечення максимальної продуктивності ліфта під час перехідних процесів електропривод повинен забезпечувати розгін і уповільнення кабіни з максимальними допустимими значеннями прискорення і ривка.

Важливою вимогою до електроприводу ліфта є забезпечення точної зупинки кабіни на заданому рівні. Для пасажирських ліфтів мала точність зупинки кабіни знижує його продуктивність, оскільки збільшується час входу і виходу пасажирів, а також зменшується комфортабельність ліфта і безпеку користування ліфтом.

У вантажних ліфтах неточна зупинка ускладнює, а в деяких випадках унеможлиблює розвантаження кабіни.

У ряді випадків необхідність забезпечення вимог точності зупинки робить вирішальний вплив на вибір системи електроприводу ліфта.

Відповідно до правил, точність зупинки кабіни на рівні поверхової площадки повинна утримуватися в межах, що не перевищують: для вантажних ліфтів, які завантажуються наземним транспортом, і для лікарняних - ± 15 мм, а для решти ліфтів - ± 50 мм.

У тихохідних ліфтах невеликий шлях гальмування, тому і можливу зміну цього шляху, що викликає неточність зупинки, мало. Тому в таких ліфтах виконання вимог точності зупинки зазвичай не викликає труднощів.

Зі збільшенням швидкості ліфта збільшується і можливий розкид положень зупинки кабіни, що зазвичай вимагає вжиття додаткових заходів для виконання вимог до точності зупинки.

Природним вимогою до електроприводу ліфта є також можливість його реверсування для забезпечення підйому і опускання кабіни.

Частота включень в годину для пасажирських ліфтів повинна становити 100-240, а для вантажних - 70-100 при тривалості включень 15-60%.

Крім того, правилами передбачено низку додаткових вимог до електроприводу ліфта, що визначаються необхідністю забезпечення безпеки його експлуатації.

Напруга силових електричних ланцюгів в машинних приміщеннях повинне бути не вище 660 В, що виключає можливість застосування двигунів з великим номінальним напругою.

РОЗДІЛ 2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Загальні відомості

Проект силового електрообладнання та внутрішнього електричного освітлення житлового будинку за адресою: м. Київ, вул. Тираспольська, 43 розроблений на основі будівельних планів, проекті інженерних мереж та технологічних проектів.

Проект розроблено відповідно до вимог ДБН В.2.5-23-2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення», ДБН В.2.5-27-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захистні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд», ПУЕ-2006, ПУЕ-2008, ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавко захисту будівель і споруд», ДБН В.2.2-9-99 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення», ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

До електроприймачів I категорії надійності електропостачання відносяться: вогні світлового захисту, сигналізатор контролю до вибухонебезпечних концентрацій паливного газу, протипожежні установки та обладнання, що відповідає за оповіщення та евакуацію людей при пожежі.

Проектом передбачено встановлення в електрощитових житлового будинку, увідно-розподільних пристроїв типу ВРУ 78М-8/8.1 на побутове навантаження, та ВРУ 76М-1 на комунальне навантаження.

Поверхові щити прийняті типу ЩП-3, квартирні розподільні типу ЩРУ, на розеточних групах, передбачено встановити автоматичні вимикачі з диференційним захистом.

					ДП 2410 ОА-зп81-01 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Орлов Р.О.			Електропостачання	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Мейта О.В.					30	20
Перевір.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ОА – зп81		
Н. Контр.		Смоляр В.Г.						
Затверд.								

Облік споживання електроенергії передбачений для кожної квартири електронними лічильниками, що встановлюються в поверхових щитах, комунального навантаження – встановленими у ВРУ.

Розподільні мережі від шаф управління до насосів - проводом марки ПВ1нг-нд-380 в пластмасових трубах, технічного поверху – проводом марки ПВ1нг-нд-380 в сталевих трубах приховано. Групова мережа квартир – проводом ВВП нг-нд 3х1,5 мм² та ВВП нг-нд 3х2,5 мм² – до розеток під шаром штукатурки стін, в пустотах панелей перекриття приховано по підвалу – проводом марки ПВ1 в пластмасових трубах.

Проектом передбачено для живлення системи димовидалення, насосів внутрішнього протипожежного водопостачання, протипожежної установки живлення кабелями з межею вогнестійкості не менше 90 хвилин марки (N) НХН FE180 фірми “FACABLYNEN” і має сертифікат відповідності державного центру сертифікації виробів протипожежного призначення МНС України.

Живлення установки, відповідальної за оповіщення та евакуацію людей передбачено кабелем з межею вогнестійкості не менше 15 хвилин.

Архітектурно-будівельною частиною проекту передбачено виконання штраб і пазів для прокладки трубних проводок та гнізд для монтажу установочних виробів.

Проводи вибрані по допустимим струмовим навантаженням, в відповідності струмам захисних апаратів і допустимої втрати напруги.

В підвалі в місцях паралельної прокладки електропроводок з сантехнічними комунікаціями, електромережі прокласти вище сантехнічних.

Проектом передбачено укомплектування електрощитових будинку захисними засобами.

Проектом передбачено блискавкозахист житлового будинку і газорозподільної шафи та система зрівнювання потенціалів, що з’єднує між собою наступні провідні частини:

захисний провідник (РЕ) мережі живлення;

металеві труби комунікацій, що входять в будинок;

додакову систему зрівнювання потенціалів в ванних приміщеннях.

Також передбачено блискавкозахист прибудованих котелень.

З'єднання названих частин між собою слід виконувати за допомогою головної шини заземлення (РЕ), що знаходиться всередині увідно-розподільного щита.

Система заземлення – TN-C-S.

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-38-2008 проектом передбачається виконання блискавкозахисту будівлі по III рівні блискавкозахисту

Захист від прямих ударів блискавки виконується шляхом накладання металевий сітки (сталь кругла оцинкована Ø 8мм) на покрівлю.

Всі з'єднання металевий сітки виконуються зваркою.

Утримувачі проволоки сітки (сталь кругла оцинкована Ø 8мм) на коньках даху, на покрівлі і на стінах установити с кроком не більше 1м.

Струмівідводи (спуски) передбачено виконати із сталі круглої оцинкованої Ø8мм, що приєднується до блискавкоприймача (металевий сітки) зваркою по зовнішніх стінах будинку приєднується до заземлювача.

Металеві ферми, крокви та інші металеві елементи даху необхідно з'єднати між собою за допомогою зварки (переварити) і в кількох місцях приєднати зваркою до блискавкоприймальної сітки. Вентиляційні труби передбачено обладнати стрижневим блискавкоприймачем (сталь кругла Ø 10мм, L=1м).

Металеві зонти над вентиляційними трубами необхідно приєднати до системи блискавкозахисту сталлю круглою оцинкованою Ø 8мм.

Металева огорожа, металеві драбини, металеві архітектурні форми, металеві конструкції реклами, сходи і всі виступаючі елементи покрівлі повинні бути приєднані зваркою до системи блискавкозахисту.

Заземлювач передбачено виконати у вигляді зовнішнього контуру по периметру будівлі (штаба сталевий 40x4м), що прокладається в землі на глибині 0,7м від планувальної відмітки землі.

В місцях приєднання струмопроводів передбачено приварити по одному вертикальному електроду (сталь кругла Ø 16мм, L=5м).

Проектом передбачено блискавко захист димових труб котелень вертикальними електродами (сталь кругла оцинкована \varnothing 12мм, L=2м).

Для житлового будинку використовується обладнання, потужність та тип якого задані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Таблиця 2.1- Зведена інформація існуючого обладнання

Найменування споживача	Кількість спожив.	Рвст, кВт	Кп	Кодн	cosφ/tgφ
Житла 1-го виду та 2-го виду	260,00	451,60	0,80	1,00	0,85/0,62
ТП	1,00	5,50	1,00	1,00	0,85/0,62
Насосна станція (аварійний режим)	4,00	5,50	1,00	1,00	0,85\0,62
Насосна підвищеної потужності		3,53	0,85	1,00	0,85/0,62
Вентиляція		111,06	1,00	1,00	0,85/0,62
Ліфт Л1	4,00	9,00	1,00	1,00	0,65/1,17
Ліфт Л2	4,00	6,00	1,00	1,00	0,65/1,17
Прочистний пристрій сміттєзборника	4,00	1,00	1,00	1,00	0,92/0,426
Загороджувальні вогні	1,00	0,80	1,00	1,00	0,92/0,426
Евакуаційне, аварійне освітлення		0,80	1,00	1,00	0,92/0,426
Прилад контролю довибухонебезпечних газів	0,03	1,00	1,00	1,00	0,92/0,426
Всього		595,79			

2.2. Розрахунок електричного освітлення

Проектом передбачені види освітлення: робоче на 220 В у всіх приміщеннях; 36 В – в електрощитових, насосних, теплових пунктах, в підвалах в місцях прокладання інженерних комунікацій, на технічних поверхах; освітлення безпеки – в електрощитових, у пожежкранів; евакуаційне – в коридорах, ліфтових холах, на сходових клітках і біля входів. Світильники освітлення безпеки і евакуаційного освітлення позначаються знаками „А” і „Е”, відповідно.

Управління освітленням приміщень підвалу, технічного поверху і сміттеприймальних камер передбачається вимикачами, встановленими по місцю; сходової клітини і входів – автоматично по заданій програмі безпосередньо реле часу, встановленому у ВРУ.

В житлових кімнатах, кухнях і коридорах квартир передбачено встановлення клемних колодок для підключення світильників, а в кухнях і коридорах, крім цього, підвісних патронів, приєднаних до клемних колодок. У ванній, туалетах, коморах передбачені настінні пілозахищені світильники. У підвалі, на технічному поверсі і на вході передбачено встановити світильники типу НББ 64 і НСП 11, на сходовій клітині, в коридорах і ліфтових холах – люмінесцентні світильники типу ЛПО11-1х136, ЛПП01-1х36.

Світлові покажчики пожегідрантів передбачено встановити на зовнішніх стінах будинків в місцях, заданих сантехнічною частиною проекту і підключити до мережі аварійного освітлення, а також установити над входом в приміщення насосних станцій табло “Станція пожежегасіння”. В кухні кожної квартири – п’ять штепсельних розеток із заземлюючим контактом на 10 А і одна розетка для електроплити, яка входить в комплект до плити.

Мережі живлення передбачені проводом марки ПВ1нг-нд-380 у вінілплатових трубах, які прокладаються по підвалу на висоті не нижче 2м від підлоги і в штрабах стін приховано.

2.2.1 Метод коефіцієнта використання світлового потоку

В результаті використання цього методу знаходиться світловий потік лампи, за яким вона підбирається з числа стандартних. Потік обраної лампи не повинен відрізнятись від розрахункового більш ніж на +20 або -10%. При більшій розбіжності коригується намічене число світильників.

Розрахункове рівняння для визначення необхідного світлового потоку однієї лампи:

$$F = (E_{\text{мін}} \times S \times k_z \times z) / (n \times \eta),$$

де F - світловий потік лампи (або ламп) в світильнику, лм; $E_{мін}$ - нормована освітленість, лк, $kз$ - коефіцієнт запасу (залежить від типу ламп і ступеня забрудненості приміщення), z - поправочний коефіцієнт, що враховує, що середня освітленість в приміщенні більше, ніж нормована, мінімальна, n - число світильників (ламп), η - коефіцієнт використання світлового потоку, що дорівнює відношенню світлового потоку, що падає на робочу поверхню, до сумарного потоку всіх ламп; S - площа приміщення, м².

Для освітлення сходів, як джерело світла вибираємо ЛН типу ЛОН 220 – 60. Коефіцієнти відбиття: $сп = 0,7$; $сс = 0,5$; $ср = 0,1$. Коефіцієнт використання світлового потоку $\eta=0,7$. Розрахункова висота: $H_p = H - h_c = 3-0,2 = 2,8$ м, коефіцієнт нерівномірності $z=1,1$, коефіцієнт запасу $kз=1,3$, нормована освітленість $E_{мін}=150$ лк, площа приміщення $S=9$ м².

$$F_p = (E_{мін} \times S \times kз \times z) / (n \times \eta),$$

$$F_p = (150 \times 9 \times 1,3 \times 1,1) / (1 \times 0,7) = 1351,3 \text{ лм.}$$

$$n = F_p / F_{л} = 1351,3 / 710 = 1,9.$$

Обираємо два світильника типу ЛОН 220 – 60.

2.2.2 Розрахунок освітленості по методу питомої потужності

Питомої встановленою потужністю називають частка від ділення загальної встановленої в приміщенні потужності ламп на площу приміщення. Сумарна потужність джерел світла до площі освітлюваної поверхні:

$$\omega = P_0 / S,$$

де ω - питома встановлена потужність, Вт / м²; P_0 – сумарна потужність ламп, Вт; S - площа приміщення, м².

Питома потужність - це довідкове значення. Для того, що б правильно вибрати величину питомої потужності необхідно знати тип світильників, нормовану освітленість, коефіцієнт запасу (при його значеннях, що відрізняються від зазначених в таблицях, допускається пропорційний перерахунок значень питомої потужності), коефіцієнти відображення поверхонь приміщення, значення

розрахункової висоти і площа приміщення . Розрахункове рівняння для визначення потужності однієї лампи:

Основне розрахункове рівняння має вигляд:

$$P_{л} \times H = (E_{н} \times K_{з} \times S \times Z) / (n \times \eta_{в.у}),$$

тоді питома потужність:

$$\omega = P_{о} / S = (E_{н} \times K_{з} \times Z) / (H \times \eta_{в.у}),$$

$$\omega = (150 \times 1,3 \times 1,1) / (2 \times 0,7) = 153, \text{ Вт} / \text{ м}^2,$$

$$P_{р} = \omega \times S = 153 \times 9 = 1378, \text{ Вт},$$

$$n = P_{р} / P_{л} = 1378,3 / 710 = 1,9.$$

Обираємо два світильника типу ЛОН 220 – 60.

2.3 Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторів

Розрахункове значення активної, реактивної та повної потужностей по відомій сумарній номінальній потужності n -ї кількості електроприймачів(ЕП) в групі ТП визначається методом коефіцієнту попиту, значення якого для кожної з груп визначається згідно табл. 3.9 та 3.10 ДБН В.2.5-23:2010.

Розрахункове значення поодиноких ЕП, для яких $K_n = 1$, визначається їх номінальними параметрами так, що $P_p = P_{ном}$.

Активна розрахункова потужність i -ї групи визначається:

$$P_{pi} = K_{Pi} \cdot \sum_{i=1}^n P_{Hi}, \text{ кВт},$$

де $\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - сумарна потужність споживачів в групі.

Реактивна розрахункова потужність i -ї групи визначається:

$$Q_{pi} = P_{pi} \cdot \text{tg} \varphi_p, \text{ квар}$$

де $\text{tg} \varphi_p$ відповідає розрахунковому середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi_p$

$$\cos \varphi_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hi} \cdot \cos \varphi_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}}$$

Повна розрахункова потужність i -ї групи визначається:

$$S_i = \sqrt{(P_{Pi})^2 + (Q_{Pi})^2}, \text{ кВА.}$$

Отже для ліфта Л1:

$$P_{вст} = 9 \cdot 4 = 36 \text{ кВт,}$$

$$P_{pi} = K_{Pi} \cdot \sum_{i=1}^n P_{Hi} = 1 \cdot 36 = 36 \text{ кВт,}$$

$$Q_{pi} = P_{Pi} \cdot \operatorname{tg} \phi_p = 36 \cdot 1,17 \approx 42,12 \text{ квар,}$$

$$S_i = \sqrt{(P_{Pi})^2 + (Q_{Pi})^2} = \sqrt{36^2 + 42,12^2} = 55,41 \text{ кВА.}$$

Розрахунок інших груп ЕП проводимо аналогічно, результати розрахунку зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2- Розрахунок споживачів

Найменування споживача	Рроз, кВт	Q,кВА	S, кВА
Житла 1-го виду та 2-го виду	361,28	223,99	425,08
ТП	5,50	3,41	6,47
Насосна станція (аварійний режим)	22,00	13,64	25,89
Насосна підвищеної потужності	3,00	1,86	3,53
Вентиляція	111,06	68,86	130,67
Ліфт Л1	36,00	42,12	55,41
Ліфт Л2	24,00	28,08	36,94
Прочистний пристрій сміттезборника	4,00	1,70	4,35
Загороджувальні вогні	0,80	0,34	0,87
Евакуаційне, аварійне освітлення	9,14	3,90	9,94
Прилад контролю довибухонебезпечних газів	0,03	0,01	0,03
Всього	631,01		

2.3.1 Схема електричних з'єднань 10кВ

На напрузі 10кВ передбачена одинарна, секціонована вакуумним вимикачем на дві секції система збірних шин. До першої секції приєднані:

- одна живляча лінія складається з одного кабелю однофазного виконання від ПС «Центр» -віч.№12;
- п'ять розподільних ліній 10кВ (до ТП-4106-Ісек. і резервні вічка);
- дві лінії до силових трансформаторів Т1 і Т2;
- три однофазних трансформатора напруги $10000/100/\sqrt{3}$ Y12G;
- три обмежувача перенапруження ОПН-КР/TEL-12,0;
- заземлювач збірних шин;
- секційний вакуумний вимикач 10кВ.

Секції працюють окремо (секційний вимикач відключений). Резервування живлячих ліній передбачається на секційному вимикачі який обладнаний пристроєм АВР. Всі вимикачі передбачені вакуумними серії ВВ/ TEL -10-630/20.

Живлячі лінії 10кВ, що відходять, запроектовані окремим розділом робочої документації.

Лінії 10кВ до вбудованих силових трансформаторів 1000кВА прийняті кабельними з використанням одножильних кабелів з мідними жилами в пластмасовій оболонці і ізоляції перетином 70мм² марки АНХСМК 16.

Вічка розподільного пристрою 10кВ скомплектовані з восьми шаф серії КРУ/TEL з такими модулями головних ланцюгів:

- шафа 1 – три модулі «1» – три лінійні однокабельні приєднання з вакуумним вимикачем і лінійним роз'єднувачем - заземлювачем з контролем наявності напруги на лінії;
- шафа 2 – три модулі «1» – три лінійні однокабельні приєднання з вакуумним вимикачем і лінійним роз'єднувачем - заземлювачем з контролем наявності напруги на лінії;
- шафа 3 – один модуль «1» і один модуль «4» – одне лінійне однокабельне приєднання з вакуумним вимикачем і лінійним роз'єднувачем - заземлювачем з контролем наявності напруги на лінії і одне лінійне двохкабельне приєднання з

вакуумним вимикачем і лінійним роз'єднувачем - заземлювачем з контролем наявності напруги на лінії;

- шафа 4 – один модуль «10», один модуль «9» і один модуль «6» шинний заземлювач, три трансформатори напруги з трьома обмежувачами перенапруження, секційний вакуумний вимикач 10кВ;

- шафа 5 – один модуль «7», один модуль «9» і один модуль «10» – секційний роз'єднувач, три трансформатори напруги з трьома обмежувачами перенапруження, шинний заземлювач;

-шафа 6 – модуль «4» і модуль «1» –аналог шафи 3 в дзеркальному відображенні;

- шафа 7 – аналог шафи 1;

-шкаф 8 – аналог шафи 1;

У кожному з модулів кабельних приєднань встановлено три трансформатори струму типа ТПВ (подинці в кожній фазі) з такими параметрами:

- 400/1А(5Р) – для введів;

- 300/1А(5Р) – для секційного вимикача;

- 200/1А(5Р) – для ліній 10кВ розподільної мережі, що відходять;

- 100/1А(10Р) – для ліній 10кВ силових трансформаторів, що відходять.

Загальна довжина КРУ-10КВ по фасаду складає 5320мм.

2.3.2 Визначення електричних навантажень та вибір потужності трансформаторів ТП

Розрахункове навантаження від групи жител з різними питомими навантаженнями $P_{роз}$, приведене до лінії живлення, вводу в житловий будинок, шин 0,4 кВ трансформатора 10(6)/0,4 кВ, за загальної кількості приєднаних жител, слід визначати за формулою:

$$P_{роз} = N_1((P_{П1} - P_{П2}) \cdot K_{од1} + P_{П2} \cdot K_{од(1+2)}) + N_2 \cdot P_{П2} \cdot K_{од(1+2)} \quad (2.1)$$

Житла (квартири) щодо оснащеності побутовими електроприладами та їх розрахункових навантажень умовно поділяються на три види:

1 – житла (квартири) в будинках масового будівництва, споруджених чи споруджуваних із загальною площею від 35 м² до 95 м² включно та заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів до 30 кВт включно;

2 – житла (квартири) в багатоквартирних будинках, споруджених чи споруджуваних із загальною площею від 50 м² до 300 м² включно та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 30 кВт до 60 кВт включно;

Згідно архітектурного завдання кількість квартир в будинку складає 260. З них 10 квартир – житла II рівня електрифікації, в будинках з електроплитами потужністю до 10,5 кВт, 260 квартир – житла I рівня електрифікації в будинках з електроплитами потужністю до 10,5 кВт.

Розрахункове навантаження розраховуємо за формулою (2.1).

Розрахуємо навантаження вузла СЕП. Вузловими точками заданої СЕП є шини розподільчих установок. Розрахункове навантаження *j*-го вузла визначається сумою розрахункових навантажень *i*-тих груп, що входять в даний вузол та окремих ЕП, а це значить що їх потрібно умовно вважати за групу, отже:

$$S_{p.вузл.j} = K_{см} \cdot \sqrt{(\sum_i P_{pi})^2 + (\sum_i Q_{pi})^2}, \text{ кВА} \quad (2.5)$$

де $K_{см}$ – коефіцієнт суміщення максимуму навантажень. Для РП – 0,9 відповідно.

$$S_{ТП1} = 0,9 \cdot \sqrt{631^2 + 391^2} = 668 \text{ кВА} \quad (2.6)$$

$$S_{ТП2} = 0,9 \cdot \sqrt{631^2 + 391^2} = 668 \text{ кВА} \quad (2.7)$$

Силові трансформатори для живлення ЕП розміщуються на станціях РП. Вихідними даними для вибору трансформатора підстанції є повна потужність вузла, що живить даний трансформатор. Номінальна потужність трансформатора повинна відповідати:

$$S_{ном.Тр} \geq S_{p.вузл.j} \quad (2.8)$$

Отже вибираємо трансформатори, які б задовольняли дану вимогу. Для зниження напруги на РП з метою її подальшого транспортування виберемо

чотири силових трансформатора марки "TRIAL" виконання IP 00 потужністю,
 $S_{ТП1}, S_{ТП2} = 1000 \text{ кВА}$.

2.4 Розрахунок електричних мереж житлового будинку та вибір типу перерізів провідників

Тепловий пункт знаходиться в другій секції будинку. Живлення ТП здійснюється від ВРУ-78М-8, яке в свою чергу живиться від ВРУ-76М.

Вибір перерізу проводів і жил кабелів по нагріву зводиться до порівняння розрахункового струму I_P з тривалими допустимими струмами навантаження, які приводяться для стандартного перерізу проводів і жил кабелів в таблицях ПУЕ.

При цьому повинна виконуватися умова:

$$I_P \leq I_{\text{доп}};$$

Розрахунковий струм групи споживачів :

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3}U_H} = \frac{P_P}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi_P}. \quad (2.9)$$

Для поодинокого споживача:

$$I_P = I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H \eta_K \cos \varphi_H}. \quad (2.10)$$

Момент навантаження:

$$M = l \cdot P_P, \quad (2.11)$$

де l - довжина лінії.

Втрати напруги:

$$\Delta U\% = M / C \cdot S, \quad (2.12)$$

де S - перетин провідника, C - коефіцієнт, який залежить від матеріалу провідника.

Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.3., 2.4.

Таблиця 2.3 – Розрахункове навантаження споживачів 2-ї секції від ВРУ-76М.

Найменування споживача	Автомат	Р, кВт	I 3ф, А	I, м	М	U, %	марка кабеля
	2 секція						
	1 стояк						
1 поверх (офіси)	C5	8,3573	13,19	24	200,574	0,1	ПВ1нг-нд-5(1х35)
2-3 поверхи	C1	40,62	64,11	28,5	1157,67	0,3	ПВ1нг-нд-5(1х50)
4-9 поверхи	C2	65,88	103,98	40,5	2668,14	0,5	ПВ1нг-нд-5(1х70)
10-15 поверхи	C3	65,88	103,98	58,5	3853,98	0,5	ПВ1нг-нд-5(1х95)
16 поверх	C4	29,49	46,54	69	2034,81	0,4	ПВ1нг-нд-5(1х70)
	2 стояк						
1 поверх (офіси)	C36	8,3573	13,19	24	200,574	0,1	ПВ1нг-нд-5(1х35)
2-3 поверхи	C33	24	37,88	28,5	684	0,2	ПВ1нг-нд-5(1х35)
4-9 поверхи	C34	54,12	85,42	40,5	2191,86	0,5	ПВ1нг-нд-5(1х70)
10-15 поверхи	C32	54,12	85,42	58,5	3166,02	0,5	ПВ1нг-нд-5(1х95)
16 поверх	C35	16	25,25	69	1104	0,3	ПВ1нг-нд-5(1х50)

Таблиця 2.4 – Розрахункове навантаження споживачів 2-ї секції від ВРУ-78М.

Найменування споживача	Автомат	Р, кВт	I 3ф, А	I, м	М	U	марка кабеля
Резерв	C37						
ТП	C38	5,5	11,57				ПВ1нг-нд 5(1х4)В25
Резерв	C39						
Резерв	C40						
Витяжна система	C41	11,155	21,13	43	479,665	1,6	(N)НХН FE 180/E90 5х4
Припливна система	C42	16,5	31,25	45	742,5	1,2	(N)НХН FE 180/E90 5х10
Прочисний пристрій сміттєзборника	C43	1	1,89	36	36	0,2	ПВ1нг-нд-5(1х2,5) В25/Т26
Ліфт Л2	C44	9	20,98	45	405	1,1	ПВ1нг-нд-5(1х6) В25/Т32 прих.
Ліфт Л1	C45	16	37,30	45	720	1,4	ПВ1нг-нд-5(1х16) В40/Т50 прих.
Сходові клітини	C46	0,324	1,60	45	14,58	0,9	(N)НХН FE 180/E30 3х1,5 RE Т20прих.
Входів	C47	0,3	1,48	45	13,5	0,7	(N)НХН FE 180/E30 3х1,5 RE Т20прих.
Резерв	C48-C55						

Резерв	C56						
Авар.освітл.машин прим ліфтів, тамбура, щитової	C57	0,642	3,17	36	23,112	0,8	(N)HXH FE 180/E30 3x1,5 RE T20
Прилад контролю і довибухонебезпечних концентрацій газу	C58	0,03	0,15	20			ПВ1нг-нд- 3(1x1,5) B20
Шафа автоматики димовидолення	C59	0,03	0,15	20			(N)HXH FE 180/E30 3x2,5 RE T20

В таблиці 2.5 наведено розрахунок потужності, струму освітлюючих приборів існуючих приміщень

Таблиця 2.5-Розрахунок потужності, струму освітлюючих приборів існуючих приміщень

Робоче освітлення світлих приміщень	Ф	Р, кВт	I 1ф, А	l, м	М	U	марка кабеля
Сходова клітина	880	0,324	1,60	45	14,58	0,4	ПВ1нг-нд- (1x1,5)
Розетки телепідсилювача		0,5	2,47	20	10	0,3	ПВ1нг-нд- (1x1,5)
Робоче освітлення темних приміщень							
Коридора,тамбура	880	0,864	4,27	45	38,88	0,4	ПВ1нг-нд- 3(1x4)
Технічного поверху		0,414	2,05	69	28,566	0,3	ПВ1нг-нд- 3(1x4)
Підвалу		1,176	5,45	45	52,92	0,5	ПВ1нг-нд- 3(1x4)
123,8	715						
35,64	880						
Ліфтового холу	880	0,648	3,20	45	29,16	0,8	ПВ1нг-нд- (1x1,5)
Машине приміщ, шахта ліфта	715	1,02	5,04	69	70,38	0,7	ПВ1нг-нд- 3(1x4)
	200						
Евакуаційне освітлення темних прим.							
Коридора	880	0,306	1,51	45	13,77	0,8	(N)HXH FE 180/E30 3x1,5
Ліфтового холу	880	0,324	1,60	45	14,58	0,4	(N)HXH FE 180/E30 3x1,5
Сміттєзбірник	880	0,288	1,42	43,5	12,528	0,4	(N)HXH FE 180/E30 3x1,5

Однолінійна схема споживачів на рис. 2.1.

2410 ДП.ОА-зп81-01.ПЗ

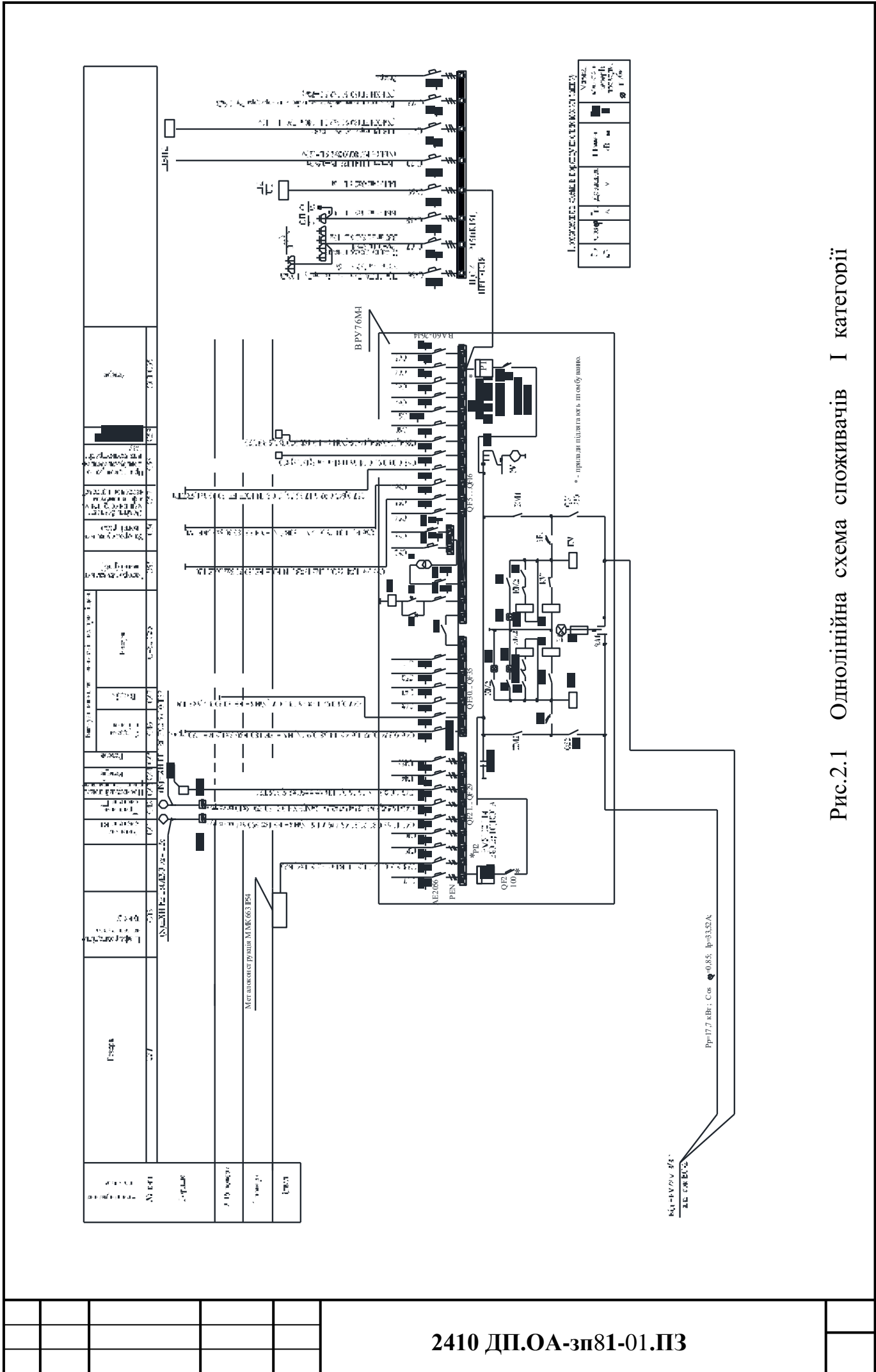


Рис.2.1 Однолінійна схема споживачів I категорії

2.5 Визначення основних параметрів КЗ

Основною причиною порушення нормального режиму роботи систем електропостачання є виникнення короткого замикання (КЗ) в мережі або в елементах електрообладнання внаслідок пошкодження ізоляції або неправильних дій обслуговуючого персоналу. Мета розрахунку струмів КЗ – забезпечення динамічної та термічної стійкості струмоведучих та інших елементів СЕП в аварійних режимах роботи. Методики розрахунків струмів КЗ поділені на два види: вище 1кВ і нижче 1кВ. Розрахунок струмів короткого замикання виконується для найбільш характерних точок, в яких передбачається встановлення апаратів захисту.

В електроустановках змінного струму напругою до 1кВ розрахунок струмів КЗ виконують з метою перевірки комутаційних апаратів та струмопроводів на динамічну стійкість та перевірки чутливості. При напрузі до 1кВ навіть незначний опір суттєво впливає на струм КЗ. Тому при розрахунках необхідно враховувати усі активні та індуктивні опори короткозамкнутого кола. Розрахунок струмів КЗ будемо проводити в іменованих одиницях. Параметри елементів розрахункової схеми приводять до ступеню напруги мережі, на якому розглядається точка КЗ.

При розрахунках вважаємо, що напруга на високій стороні трансформатора залишається постійною і дорівнює номінальній.

Розрахункова схема зображена на рисунку 2.3.

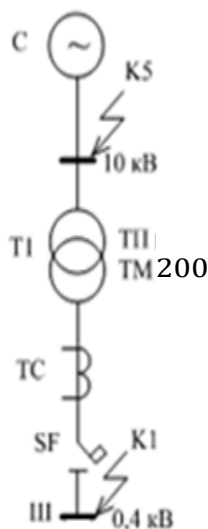


Рисунок 2.3- Розрахункова схема

Вихідні дані:

Трансформатор: тип ТМ-200/5; $S_{\text{н}} = 10 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; $U_{\text{нв}} = 10 \text{ кВ}$; $U_{\text{нн}} = 0,4 \text{ кВ}$; $\Delta P_{\text{кз}} = 2,65 \text{ кВт}$; $u_{\text{к}} = 4,5 \%$.

Шини приєднання трансформатора до щита 0,4 кВ: $l_{\text{ш}} = 5 \text{ м}$; метал – АІ; $r_{\text{ш.о}} = 0,1 \text{ Ом/км}$; $x_{\text{ш.о}} = 0,13 \text{ Ом/км}$, $S = 80 \times 8 \text{ мм}^2$.

Автоматичні вимикачі : SF; тип АВМ 15П, $I_{\text{ном}} = 1500 \text{ А}$.

Активний та індуктивний опори трансформатора струму ТС :

$r_{\text{ТС}} = 0,2 \text{ мОм}$, $x_{\text{ТС}} = 0,05 \text{ мОм}$.

Опори котушок включення автоматичних вимикачів:

$x_{\text{КВ.SF}} = 0,08 \text{ мОм}$; $r_{\text{КВ.SF}} = 0,08 \text{ мОм}$.

Опори контактів автоматичних вимикачів: $r_{\text{КSF}} = 0,14 \text{ мОм}$.

Схема заміщення зображена на рисунку 2.4.

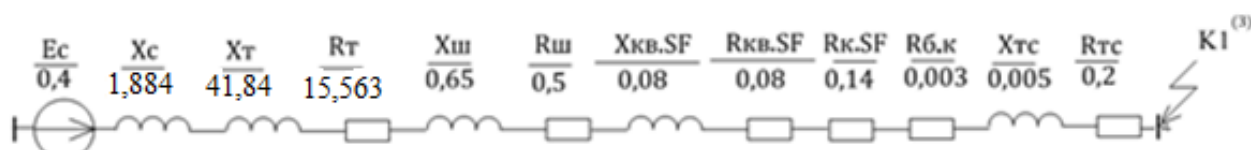


Рисунок 2.4 – Схема заміщення

2.5.1 Розрахунок опорів схеми заміщення

Визначимо опори схеми заміщення у іменованих одиницях.

Опір системи розрахуємо за формулою:

$$X_c = \frac{U_{\text{нн}}^2}{\sqrt{3} I_3^{(3)} U_{\text{нв}}} \quad (2.1)$$

Підставимо відповідні значення в формулу (2.1) і отримаємо:

$$X_c = \frac{0,4^2}{\sqrt{3} \cdot 4,904 \cdot 10} = 1,884 \text{ мОм.}$$

Розрахуємо опори трансформаторів:

$$R_T = \frac{\Delta P_{кз} U_{нн}^2 10^6}{S_H^2}, \quad (2.2)$$

$$X_T = \sqrt{\left(\frac{u_k}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{кз}}{S_H}\right)^2} \frac{U_{нн}^2 10^6}{S_H}. \quad (2.3)$$

Підставимо значення в формули (2.2), (2.3):

$$R_T = \frac{2,65 \cdot 0,4^2 \cdot 10^6}{160^2} = 16,563 \text{ мОм,}$$

$$X_T = \sqrt{\left(\frac{4,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{2,65}{160}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2 \cdot 10^6}{160} = 41,84 \text{ мОм.}$$

Опори шин розрахуємо за формулами:

$$R_{ш} = r_{ш.о} l_{ш} 10^3, \quad (2.4)$$

$$X_{ш} = x_{ш.о} l_{ш} 10^3. \quad (2.5)$$

Підставимо значення в формули (2.4, 2.5):

$$R_{ш} = 0,1 \cdot 0,005 \cdot 10^3 = 0,5 \text{ мОм,}$$

$$X_{ш} = 0,13 \cdot 0,005 \cdot 10^3 = 0,65 \text{ мОм.}$$

Опір болтового контактного з'єднання:

$$R_{б.к} = 0,003 \text{ мОм.}$$

2.5.2 Розрахунок струму трифазного КЗ

Розрахуємо еквівалентні активний та індуктивний опори :

$$R_{\Sigma k1} = R_T + R_{ш} + R_{кв.SF} + R_{к.SF} + R_{б.к} + R_{тс} , \quad (2.6)$$

$$X_{\Sigma k1} = X_c + X_T + X_{ш} + X_{кв.SF} + X_{тс} . \quad (2.7)$$

Підставимо значення в формули (2.6), (2.7) і отримаємо:

$$R_{\Sigma k1} = 15,563 + 0,5 + 0,08 + 0,14 + 4 \cdot 0,003 + 0,2 = 16,495 \text{ мОм,}$$

$$X_{\Sigma k1} = 1,884 + 41,84 + 0,65 + 0,08 + 0,05 = 44,504 \text{ мОм.}$$

Початкове діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ:

$$I_{п.0.к1}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{нн} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma k1}^2 + X_{\Sigma k1}^2}} . \quad (2.8)$$

Підставимо відповідні значення в формулу (2.8):

$$I_{п.0.к1}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{16,495^2 + 44,504^2}} = 5,11 \text{ кА.}$$

Ударний коефіцієнт розрахуємо за формулою:

$$k_{уд.к1} = 1 + e^{\left(-0,01 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 16,495}{44,504} \right)} = 1,67.$$

Ударний струм розрахуємо за формулою :

$$i_{уд.к1} = \sqrt{2} \cdot 5,11 \cdot 1,67 = 12,07 \text{ кА.}$$

Здійсимо розрахунок найбільшого діючого значення струму КЗ за формулою :

$$I_{y1} = 5,11 \cdot \sqrt{1 + 2(1,67 - 1)^2} = 7,03 \text{ кА.}$$

Розрахуємо постійну часу загасання за формулою:

$$T_{ак1} = \frac{44,504}{314 \cdot 16,495} = 0,0086.$$

Розрахуємо значення теплового імпульсу за формулою:

$$B_{к1} = 5,11^2 \cdot (0,0086 + 0,18) = 4,92 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

2.5.3 Розрахунок струму однофазного КЗ

Схеми заміщення прямої та зворотної послідовності аналогічні схемі заміщення трьохфазного КЗ. Значення опорів також аналогічні.

Схема заміщення нульової послідовності зображена на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5- Схема заміщення нульової послідовності

Розрахуємо значення опорів для шин нульової послідовності:

$$X_{0ш} = 8,5 X_{ш} , \quad (2.9)$$

$$R_{0ш} = 10 R_{ш} . \quad (2.10)$$

Підставимо значення в формули (2.9) та (2.10):

$$X_{0ш} = 8,5 \cdot 0,65 = 5,525 \text{ мОм},$$

$$R_{0ш} = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ мОм}.$$

Розрахуємо еквівалентні опори нульової послідовності:

$$R_{0\Sigma k1} = R_{0Г} + R_{0ш} + R_{0КВ.SF} + R_{0К.SF} + R_{0б.к} + R_{0Гс} , \quad (2.11)$$

$$X_{0\Sigma k1} = X_{0с} + X_{0Г} + X_{0ш} + X_{0КВ.SF} + X_{0Гс} . \quad (2.12)$$

Підставимо значення в формули (2.11), (2.12) і отримаємо:

$$R_{0\Sigma k1} = 15,563 + 5 + 0,08 + 0,14 + 4 \cdot 0,003 + 0,2 = 20,995 \text{ мОм},$$

$$X_{0\Sigma k1} = 1,884 + 41,84 + 5,525 + 0,08 + 0,05 = 49,379 \text{ мОм}.$$

Початкове діюче значення періодичної складової струму однофазного КЗ:

$$I_{п.0.кi}^{(1)} = \frac{1,05 \cdot U_{нн} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma ki}^{(1)}} . \quad (2.13)$$

де $Z_{\Sigma ki}$ – модуль повного опору еквівалентної комплексної схеми заміщення при однофазному КЗ, який визначається за формулою:

$$Z^{(1)}_{\Sigma ki} = \sqrt{\left(2R_{\Sigma ki} + R_{0\Sigma ki}\right)^2 + \left(2X_{\Sigma ki} + X_{0\Sigma ki}\right)^2}$$

Модуль повного комплексного опору еквівалентної схеми заміщення:

$$Z^{(1)}_{\Sigma k1} = \sqrt{(2 \cdot 16,495 + 20,995)^2 + (2 \cdot 44,504 + 49,379)^2} = 148,544 \text{ Ом.}$$

Підставивши відповідні значення у формулу (2.13) отримаємо:

$$I_{п.0.к1}^{(1)} = \frac{1,05 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 148,544} = 1,632 \text{ кА.}$$

Ударний коефіцієнт розрахуємо за формулою):

$$k_{уд.к1} = 1 + e^{\left(-0,01 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 37,712}{99,123}\right)} = 1,285.$$

Ударний струм розрахуємо за формулою:

$$i_{уд.к1} = \sqrt{2} \cdot 1,632 \cdot 1,285 = 2,966 \text{ кА.}$$

Здійснимо розрахунок найбільшого діючого значення повного струму КЗ за формулою:

$$I_{y1} = 1,632 \cdot \sqrt{1 + 2(1,285 - 1)^2} = 1,76 \text{ кА.}$$

2.6 Вибір електричних апаратів та уставок їх спрацювання

2.6.1. Умови вибору плавких запобіжників

Плавкі запобіжники призначені для захисту електроустановок від перевантажень і струмів короткого замикання за рахунок плавлення спеціальної

вставки, при якому відбувається розрив кола зі струмом недопустимої величини. Таким чином, запобіжник є одночасно пристроєм захисту і комутації.

Для забезпечення надійного захисту електроустаткування за допомогою плавких запобіжників їхні параметри мають відповідати умовам:

Номінальна напруга запобіжника - $U_{зп\ ном} = U_{роб\ max}$;

Номінальний струм плавкої вставки - $I_{вс\ ном} \geq K_n I_{роб\ max}$;

Номінальний струм запобіжника - $I_{зп\ ном} \geq I_{вс\ ном}$.

2.6.2 Вибір запобіжників за номінальною напругою

Номінальною напругою запобіжників називають вказану на патроні напругу, що відповідає найбільшій напрузі мережі, в якій їх можна застосовувати. При виборі запобіжника за номінальною напругою треба мати на увазі необхідність дотримання відповідності його номінальної напруги робочій напрузі мережі. Це пов'язано з тим, що оскільки номінальна напруга визначає довжину патрона запобіжника, то при дотриманні цієї умови створюються оптимальні умови для гасіння дуги при спрацьовуванні запобіжника та забезпечення ізоляційного проміжку після перегорання плавкої вставки. Робоча напруга мережі не повинна перевищувати номінальну напругу запобіжника більше ніж на 10%.

Висновки

В даному розділі виконаний розрахунок навантажень і вибір параметрів системи електропостачання: визначено розрахункові навантаження житлового будинку; проведений вибір номінальних потужностей трансформаторів; визначений перетин ліній як високої, так і низької напруги. Проведено розрахунок струмів короткого замикання за даними якого виконаний вибір і перевірка комутаційної апаратури та струмоведучих частин.

РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка функціональної схеми системи електроприводу

Функціональна схема системи електроприводу ліфтової установку представлена на рис. 3.1.

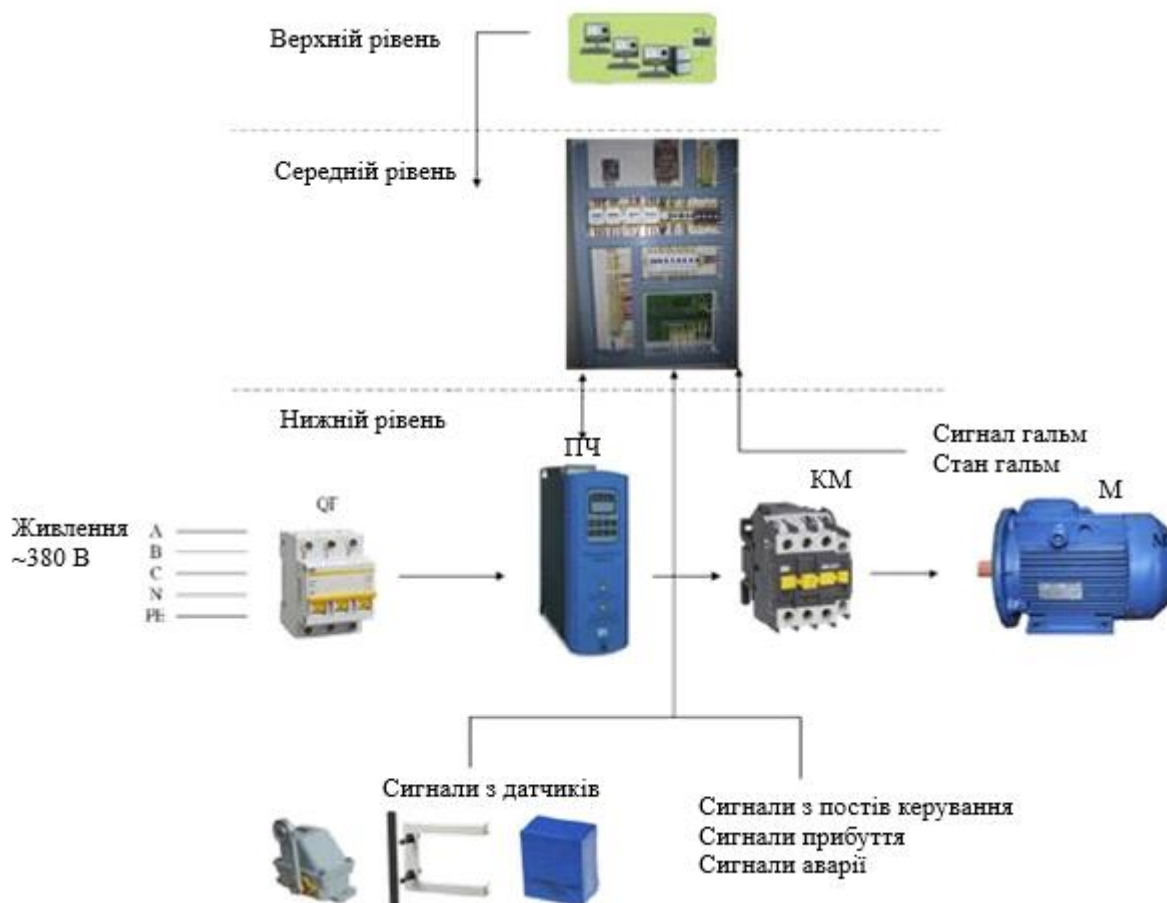


Рисунок 3.1 – Блок-схема з'єднання апаратних засобів

Приведемо розшифровку абревіатур, приведених на рисунку 3.1: QF – автоматичний вимикач, ПЧ – перетворювач частоти, М – електродвигун, КМ – контактор, ПЛК – програмуємий логічний контролер.

Для керування технологічним процесом руху пасажирського ліфта була розроблена трьохрівнева структура комплексу технічних засобів. Дана структура

ДП 2410 ОА-зп81-01 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Орлов Р.О.		
Перевір.		Босак А.В.		
Перевір.				
Н. Контр.		Смоляр В.Г.		
Затверд.				
Спеціальна частина				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		30	20	
КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ОА –зп81				

визначає високу ефективність, надійність роботи та зручність експлуатації автоматизованої системи керування.

Верхній рівень

Останнім часом спостерігається тенденція щодо оснащення споруд складним інженерним та комунікаційним обладнанням. З'являється необхідність вести нагляд за основними системами життєзабезпечення. Дане питання дозволяє вирішити автоматизована система контролю ліфтового господарства, яка призначена для оперативного нагляду за станом ліфтового обладнання та сучасного реагування у випадку аварійного стану, використовуючи канали GSM мереж зв'язку. Робота системи здійснюється в автоматичному режимі за задалегідь закладеним алгоритмом функцій.

Система складається із центрального диспетчерського пункту (ЦДП), який включає до себе автоматизовані робочі місця (АРМ) диспетчерів та блоків моніторингу (БМ), встановлюємих у машинних відділеннях ліфтів.

АРМ диспетчера містить в собі комп'ютер зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням і комунікаційний пристрій, що забезпечує зв'язок із БМ.

БМ мають модульну структуру, яка може бути оптимізована в залежності від специфіки об'єктів контролю та забезпечує:

- дистанційне увімкнення та вимкнення ліфта;
- сповіщення про несанкціонований доступ до машинного відділення сторонніх осіб;
- сповіщення про несанкціонований доступ до шахти ліфта сторонніх осіб;
- контроль наявності пасажира у ліфті;
- сповіщення про виникнення аварійних ситуацій;
- міжповерхневе положення ліфта;
- несправність дверей приводу кабіни;
- несправність системи охорони шахти;
- несправність основного приводу (лебідки);
- проникнення людини до шахт ліфта;

- багатократний реверс дверей ліфта.

Середній рівень

Середній рівень призначений для програмно-логічного керування процесом за заданими алгоритмами та побудований на базі керування ліфтом серії СУЛ виробництва «ЕЛПРОМ».

Нижній рівень

Основу нижнього рівня складають польові засоби автоматизації:

- контрольно-вимірювальні прилади, виконавчі механізми;
- перетворювач частоти марки ESD-TCL необхідний для частотного керування електродвигуном ліфта;
- електродвигун з короткозамкнутим ротором марки 5AI112MB6 необхідний для переміщення кабіни ліфта;
- датчики положення, які визначають точне місцезнаходження кабіни у шахті, кінцеві вимикачі, комплекти пристроїв для пригальмування кабіни ліфта.

3.2 Математичний опис електроприводу ліфта

3.2.1 Розрахунок параметрів схеми заміщення електродвигуна

Для розрахунку механічних та електромеханічних характеристик здійсимо розрахунок параметрів схеми заміщення.

Струм холостого ходу асинхронного двигуна:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{1n}^2 - [p \cdot I_{1n} \cdot (1 - s_n) / (1 - p \cdot s_n)]^2}{1 - [p \cdot (1 - s_n) / (1 - p \cdot s_n)]^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{7,27^2 - [0,75 \cdot 9,6 \cdot (1 - 0,047) / (1 - 0,75 \cdot 0,047)]^2}{1 - [0,75 \cdot (1 - 0,047) / (1 - 0,75 \cdot 0,047)]^2}} = 2,26 \text{ A},$$

$$I_{1n} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{1n} \cdot \cos \phi_n \cdot \eta_n} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,78 \cdot 0,81} = 9,593 \text{ A}$$

де

статора двигуна;

- номінальний струм

$$I_{11} = \frac{P_* \cdot P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{11} \cdot \cos \phi_{P_*} \cdot \eta_{P_*}} = \frac{0,75 \cdot 4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,761 \cdot 0,81} = 7,27 \text{ A}$$

- струм статора двигуна при

частковому навантаженні;

$$\cos \varphi_p = 0,99 * \cos \varphi_{pH} = 0,99 * 0,81 = 0,761$$

- коефіцієнт потужності при частковому навантаженні;

$$p = P / P_H = 0,75 \text{ о. е.} - \text{коефіцієнт завантаження двигуна;}$$

Критичне скловання:

$$s_k = s_H \cdot \frac{k_{\max} \cdot \sqrt{k_{\max}^2 - [1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)} =$$

$$= 0,051 \cdot \frac{2,1 \cdot \sqrt{2,1^2 - [1 - 2 \cdot 0,047 \cdot 1,3 \cdot (2,1 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0,047 \cdot 1,3 \cdot (2,1 - 1)} = 0,216,$$

де $\beta = 0,6 - 2,5$, приймаємо $\beta = 1,3$.

Визначаємо коефіцієнт:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{1B}} = 1 + \frac{2,46}{2 \cdot 6,5 \cdot 9,6} = 1,018,$$

$$A_1 = \frac{m \cdot U_{1a}^2 \cdot (1 - s_H)}{2 \cdot C_1 \cdot k_{\max} \cdot P_H} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1 - 0,047)}{2 \cdot 1,018 \cdot 2,1 \cdot 4 \cdot 10^3} = 8,09$$

Активний опір ротора, приведений до обмотки статора асинхронного двигуна:

$$R_2' = \frac{A_1}{(\beta + 1/s_k) \cdot C_1} = \frac{8,09}{(1,3 + 1/0,216) \cdot 1,018} = 1,341 \text{ Ом}$$

Активний опір обмотки статора:

$$R_1' = C_1 \cdot R_2 \cdot \beta = 1,018 \cdot 1,341 \cdot 1,3 = 1,775 \text{ Ом.}$$

Визначимо параметр γ , який дозволить знайти індуктивний опір короткого замкнення X_{KH} :

$$\gamma = \sqrt{(1/s_k^2) - \beta^2} = \sqrt{(1/0,216^2) - 1,3^2} = 4,438,$$

Тоді $X_{KH} = \gamma \cdot C_1 \cdot R_2 = 4,438 \cdot 1,018 \cdot 1,341 = 6,06 \text{ Ом.}$

Індуктивний опір роторної обмотки, приведений до статорної:

$$X_{2\text{стн}}' = 0,58 \cdot X_{KH} / C_1 = 0,58 \cdot 6,06 / 1,018 = 3,452 \text{ Ом}$$

Індуктивний опір статорної обмотки може бути визначений за наступним виразом:

$$X_{\text{істн}} = 0,42 \cdot X_{\text{кш}} = 0,42 \cdot 6,06 = 2,545 \text{ Ом}$$

ЕРС вітки намагнічування E_m , наведена потоком повітряного зазору в обмотці статора в номінальному режимі:

$$\begin{aligned} E_m &= \sqrt{(U_{\text{ін}} \cdot \cos \phi_{\text{іст}} - R_1 \cdot I_{\text{іст}})^2 + (U_{\text{ін}} \cdot \sqrt{1 - \cos \phi_{\text{іст}}} + X_{\text{істн}} \cdot I_{\text{іст}})^2} = \\ &= \sqrt{(220 \cdot 0,81 - 1,775 \cdot 9,6)^2 + (220 \cdot \sqrt{1 - 0,81} + 2,545 \cdot 9,6)^2} = 191,622 \text{ В} \end{aligned}$$

Тоді індуктивний опір намагнічування:

$$X_{\text{мн}} = \frac{E_m}{I_0} = \frac{191,622}{4,26} = 84,79 \text{ Ом}$$

3.2.2 Розрахунок статичних характеристик при частотному регулюванні

При частотному регулюванні швидкості оберемо наступний закон керування:

$$\frac{U_{1j}}{f_{1j}} = \text{const}$$

при наступних значеннях частот напруги обмотки статора:

$$f_{1н} = 50 \text{ Гц}, f_{12} = 40 \text{ Гц}, f_{13} = 30 \text{ Гц}, f_{14} = 5 \text{ Гц}$$

Відносне значення частоти мережі живлення:

$$f_{1*} = \frac{f_{1j}}{f_{1н}} = \frac{50}{50} = 1, f_{2*} = \frac{40}{50} = 0,8, f_{3*} = \frac{30}{50} = 0,6, f_{4*} = \frac{5}{50} = 0,1.$$

Фазна напруга обмоток статора асинхронного двигуна:

$$U_{11} = U_{1н} \cdot f_{1*} = 220 \cdot 1 = 220 \text{ В}, U_{12} = U_{1н} \cdot f_{2*} = 220 \cdot 0,8 = 176 \text{ В},$$

$$U_{13} = U_{1н} \cdot f_{3*} = 220 \cdot 0,6 = 132 \text{ В}, U_{14} = U_{1н} \cdot f_{4*} = 220 \cdot 0,1 = 22 \text{ В}.$$

Синхронна кутова швидкість:

$$\omega_{01} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}}{z_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 50}{3} = 104,7 \text{ рад/с}, \omega_{02} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{12}}{z_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 40}{3} = 83,78 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{03} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{13}}{z_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 30}{3} = 62,83 \text{ рад/с}, \omega_{04} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{14}}{z_p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 5}{3} = 10,47 \text{ рад/с},$$

де z_p – число пар полюсів.

Механічна характеристика асинхронного двигуна при змінних значеннях величини та частоти напруги живлення:

$$M = \frac{3 \cdot U_{1j}^2 \cdot R_2'}{\omega_{0j} \cdot (1 - \omega / \omega_{0j}) \left[X_{KH}^2 \cdot f_{1*}^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{1 - \omega / \omega_{0j}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{(1 - \omega / \omega_{0j}) \cdot X_{MH} \cdot f_{1*}} \right)^2 \right]}$$

ω , рад/с

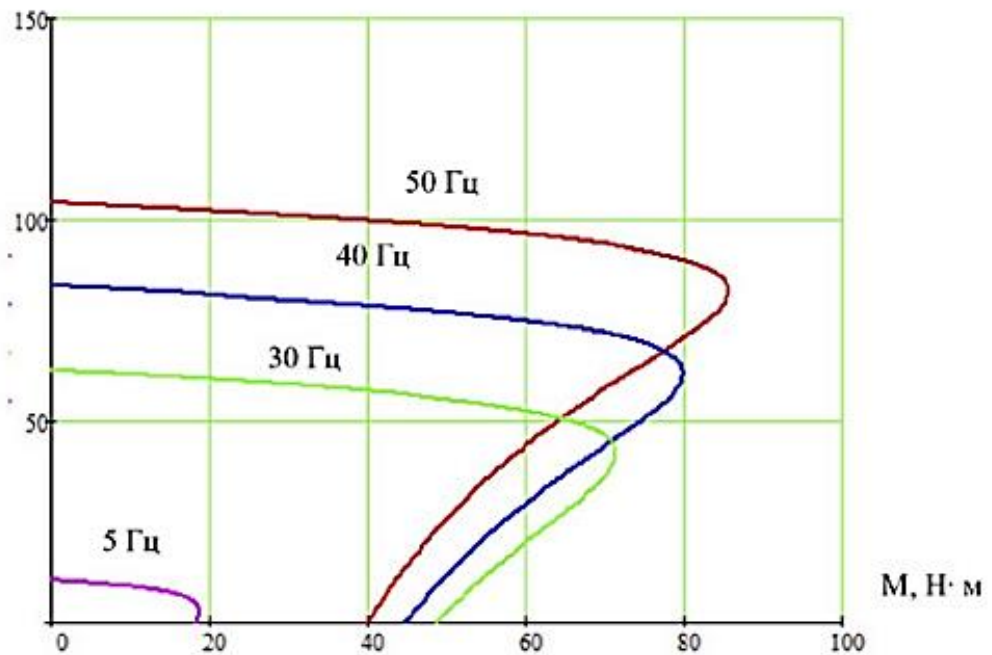


Рисунок 3.2 – Механічні характеристики $M=f(\omega)$ при частотному керуванні швидкості із законом регулювання $U_{1j}/f_{1j}=\text{const}$.

Електромеханічна характеристика $\Gamma_2=f(\omega)$ для заданого закону регулювання:

$$I_2' = \frac{U_{1j}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{(1-\omega/\omega_{0j})} \right)^2 + X_{KH}^2 \cdot f_{j*}^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{(1-\omega/\omega_{0j}) \cdot X_{\mu H} \cdot f_{j*}} \right)^2}}$$

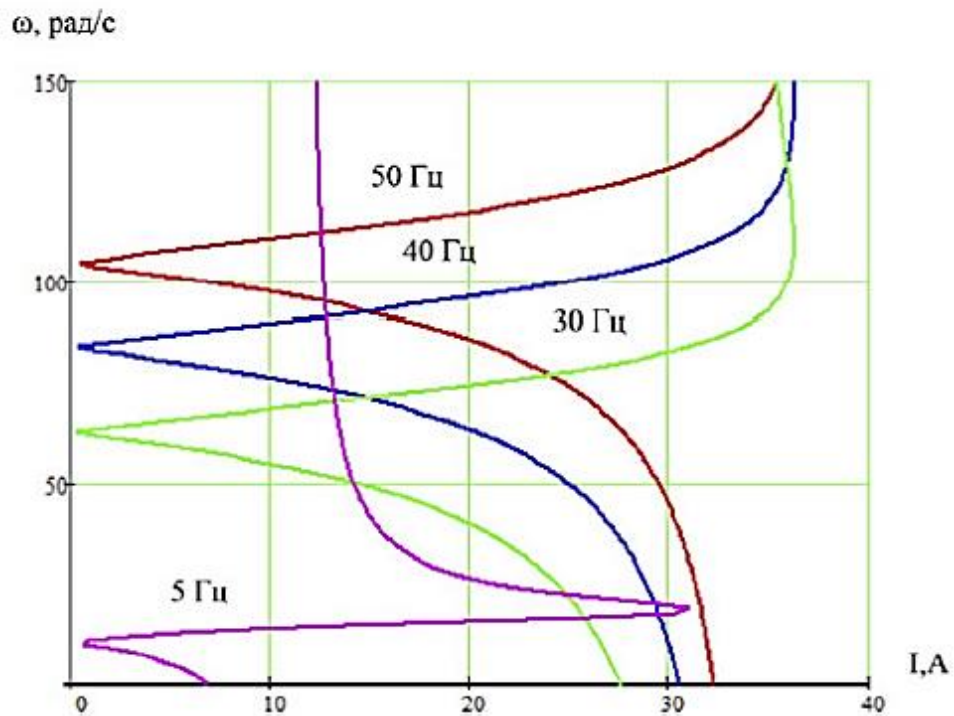


Рисунок 3.3 – Електро механічні характеристики $I_2=f(\omega)$ при частотному регулюванні швидкості з законом регулювання $U_{1j}/f_{1j}=\text{const}$.

Електро механічна характеристика $I_1=f(\omega)$ при частотному керуванні:

$$I_1 = \sqrt{I_0^2 + I_2'^2 + 2 \cdot I_0 \cdot I_2' \cdot \sin \varphi_2},$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_{KH} \cdot f_{j*}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{(1-\omega/\omega_0)} \right)^2 + X_{KH}^2 \cdot f_{j*}^2}}, \quad I_0 = \frac{U_{1j}}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1\sigma H} + X_{\mu H})^2 \cdot f_{j*}^2}}$$

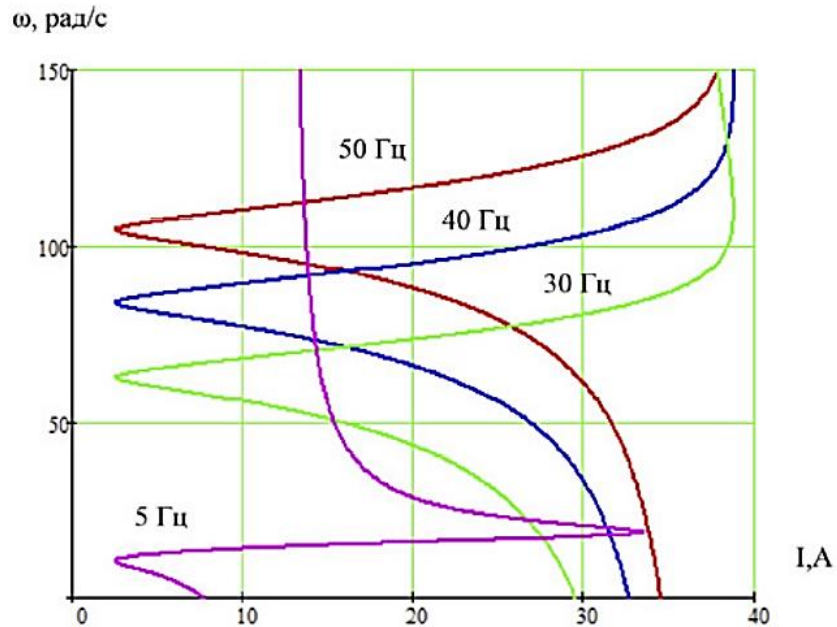


Рисунок 3.4 – Електромеханічні характеристики $I_1=f(\omega)$ при частотном керуванні швидкості з законом регулювання $U_{1j}/f_{1j}=\text{const}$

3.2.3 Розрахунок параметрів перетворювача

Інвертор із ШІП може бути представлений лінійним підсилювачем із коефіцієнтом підсилення:

$$k_u = \frac{\sqrt{2} * 220}{N_{\text{кер.макс.}}} = \frac{\sqrt{2} * 220}{1} = 311,13,$$

де $N_{\text{кер.макс.}}$ – максимальне значення керування на вході перетворювача [11].

Інерційність інвертора характеризується чистим запізненням на величину періода широтно-імпульсної модуляції:

$$T_{\text{шім}} = \frac{1}{f_{\text{шім}}} = \frac{1}{10 * 10^3} = 1 * 10^{-4} \text{ с},$$

де $f_{\text{шім}}$ – несуча частота інвертора, Гц.

З метою спрощення опису інвертора рекомендується представляти його аперіодичною ланкою:

$$W(p)_u = \frac{k_u}{T_u * p + 1}$$

з еквівалентною постійною часу:

$$T_u = T_{\text{шім}} = 1 * 10^{-4} \text{ с}.$$

3.2.4 Структурна схема лінеаризованої системи автоматичного керування (САК)

Структурна схема лінеаризованої неперервної САК частотно-регульованого двозонного асинхронного електропривода з векторним керуванням приведена на рис.

Структурна схема САК асинхронного електропривода реалізована на підставі структурної схеми силового каналу «перетворювач частоти – двигун», у якій внутрішні зв'язки у двофазному асинхронному двигуні або компенсовані, або не враховуються.

САК електроприводу реалізована по схемі з незалежним керуванням потокозчепленням. В однозонному електроприводі керування на вході контуру потокозчеплення постійне $N_{3\psi} = N_{3\psi \max} = \text{const}$ (показано пунктиром). В двозонному електроприводі у другій зоні потік збудження двигуна необхідно зменшувати із збільшенням швидкості. Для цієї мети на вході контура потокозчеплення встановлюється блок формування завдання потокозчеплення (БФЗШ), вихідний сигнал якого може бути заданий у вигляді залежності від заданої швидкості $N_{3\psi}(N_{3c})$ або фактичної $N_{3\psi}(\omega)$ швидкості. Послаблення поля двигуна в двозонному електроприводі згідно із залежністю $N_{3\psi}(N_{3c})$ можливе лише при присутності задатчика інтенсивності швидкості. У загальному ж випадку повинна формуватися залежність потокозчеплення ротора від фактичної швидкості двигуна $N_{3\psi}(\omega)$.

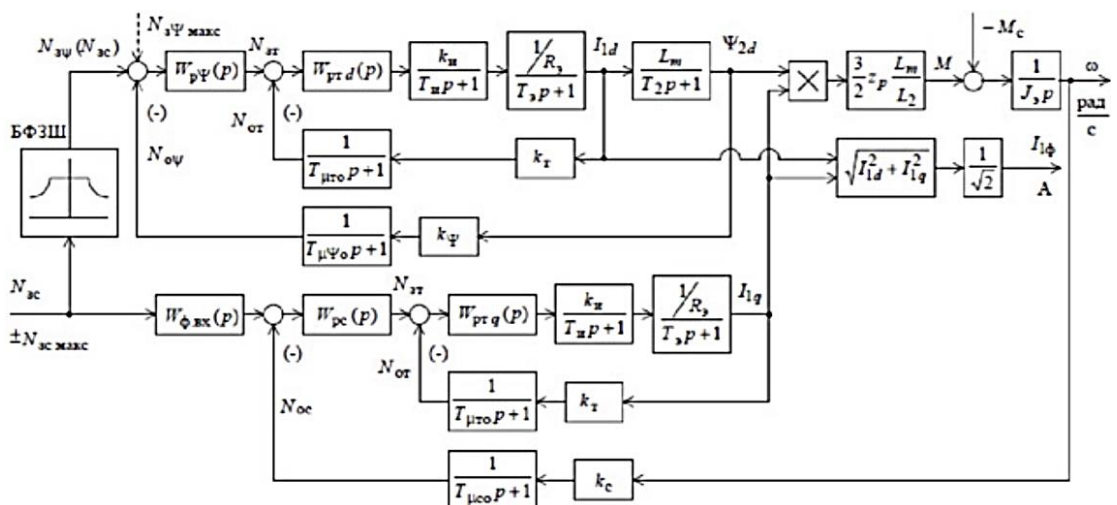


Рисунок 3.4.1– Структурна схема лінеаризованої неперервної САК частотно-регульованого електропривода при векторному керуванні

На схемі рисунка позначені:

$W(p)_{p\psi}$, $W(p)_{p\psi}$, $W(p)_{pc}$ – передаточні функції регуляторів струму, потокозчеплення та швидкості;

K_T – коефіцієнт зворотнього зв'язку по струму, 1/А;

K_ψ – коефіцієнт зворотнього зв'язку по потокозчепленню ротора, 1/Вб;

K_c – коефіцієнт зворотнього зв'язку по швидкості, 1/(рад/с);

$T_{\mu T_0}$, $T_{\mu\psi_0}$, $T_{\mu c_0}$, - малі постійні часу ланки зворотнього зв'язку по струму, потокозчеплення і швидкості, с.

Приймаємо наступні значення періодів модуляції:

$n_{zz.T} = 2$ – кількість періодів модуляції для вимірювання струму;

$n_{zz.c} = \frac{T_{zz.T}}{T_{ш\dot{m}}} = 15$ – кількість періодів модуляції для зміни швидкості;

$n_{zz.\psi} = n_{zz.c} = 15$ – кількість періодів модуляції для вимірювання або розрахунок потокозчеплення.

Значення малої постійної часу ланки зворотнього зв'язку визначається інтервалом перетворення результатів вимірювання або розрахунок відповідної регульованої координати електроприводу:

$$T_{\mu T_0} = T_{zz.T} = 1.5 * 10^{-3} \text{ с,}$$

де - $T_{zz.T} = T_{ш\dot{m}} * n_{zz.T} = 1.5 * 10^{-3}$ – інтервал перетворення результатів вимірювання струму, с;

$$T_{\mu\psi_0} = T_{zz.\psi} = 1.5 * 10^{-3} \text{ с,}$$

де - $T_{zz.\psi} = T_{ш\dot{m}} * n_{zz.\psi} = 1.5 * 10^{-3}$ – інтервал розрахунок потокозчеплення, с;

$$T_{\mu T_0} = T_{zz.T} = 1.5 * 10^{-3} \text{ с,}$$

де - $T_{zz.T} = T_{ш\dot{m}} * n_{zz.T} = 1.5 * 10^{-3}$ – інтервал вимірювання швидкості, с.

Оцінимо очікуване граничне значення полоси пропускання регульованого електроприводу (контура швидкості):

$$f_{pm} = \frac{0,36 \cdot f_{ш\dot{m}}}{2 \cdot \pi \cdot [n_{ac} + 2 \cdot n_{ac\tau} + 2]} = \frac{0,36 \cdot 10 \cdot 10^3}{2 \cdot \pi \cdot [15 + 2 \cdot 2 + 2]} = 27 \text{ Гц}$$

Тоді параметри структурної схеми, які необхідні для оптимізації контурів регулювання:

- значення номінального потокозчеплення двигуна:

$$\psi_{2n} = \sqrt{2} \cdot I_0 \cdot L_m = \sqrt{2} \cdot 4,305 \cdot 0,141 = 0,858 \text{ Вб};$$

- максимально допустиме значення струму I_{1qmax} :

$$I_{1qmax} = \sqrt{2} * \sqrt{(I_{op.max})^2 - (I_0)^2} = \sqrt{2} * \sqrt{(16,451)^2 - (4,305)^2} = 22,454 \text{ А.}$$

де

$$I_{оп.макс} = \sqrt{\left(\frac{M_{оп.макс}}{\sqrt{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot z_p \cdot \left(\frac{L_m}{L_2}\right) \cdot \psi_{2n}}\right)^2 + (I_0)^2} = \sqrt{\left(\frac{40,64}{\sqrt{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot \left(\frac{0,141}{0,15}\right) \cdot 0,858}\right)^2 + (4,305)^2} = 16,451 \text{ А.}$$

3.2.5 Імітаційне дослідження САК регульованого електропривода із точною моделлю двигуна

Збираємо імітаційну модель лінеаризованого асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у круговій системі координат з орієнтацією по вектору потокозчеплень ротора по схемі, що представлена на рисунку 3.16.

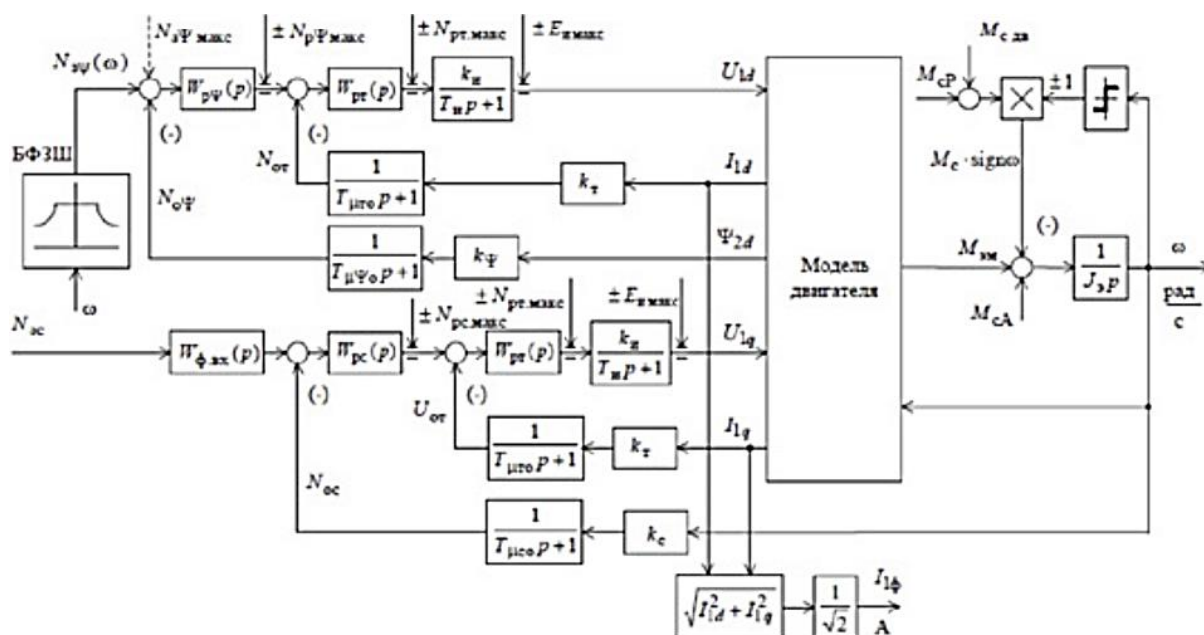


Рисунок 3.16 – Структурна схема нелінійної САК частотно-регульованого асинхронного електроприводу при векторному керуванні

Опираючись на дану структурну схему, збираємо імітаційну модель у середовищі Matlab Simulink.

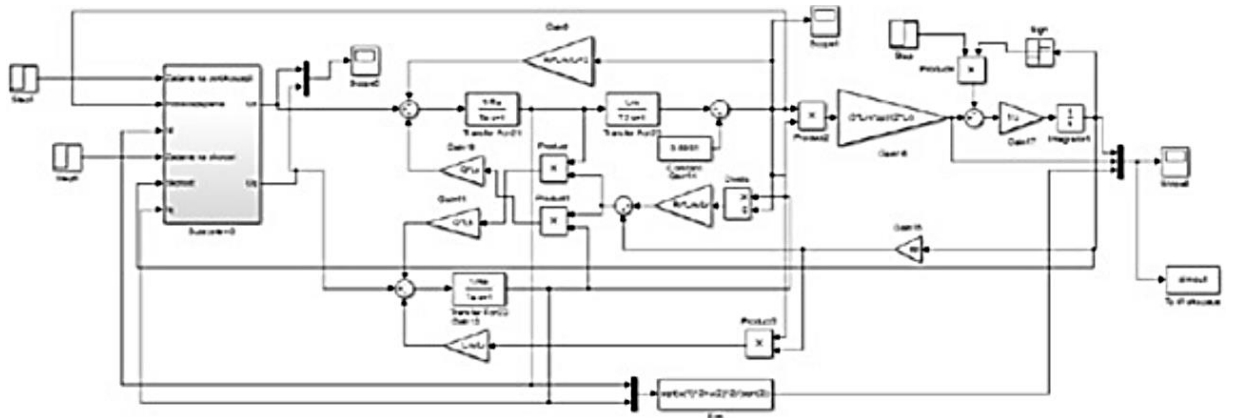


Рисунок 3.17 – Імітаційна модель лінеаризованої системи електропривода з векторним керуванням на базі моделі АД у круговій системі координат із орієнтацією по вектору потокозчеплення ротора

Графік перехідного процесу потокозчеплення та швидкості лінеаризованого асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у обертаючій системі координат зображені на рисунку 3.18.

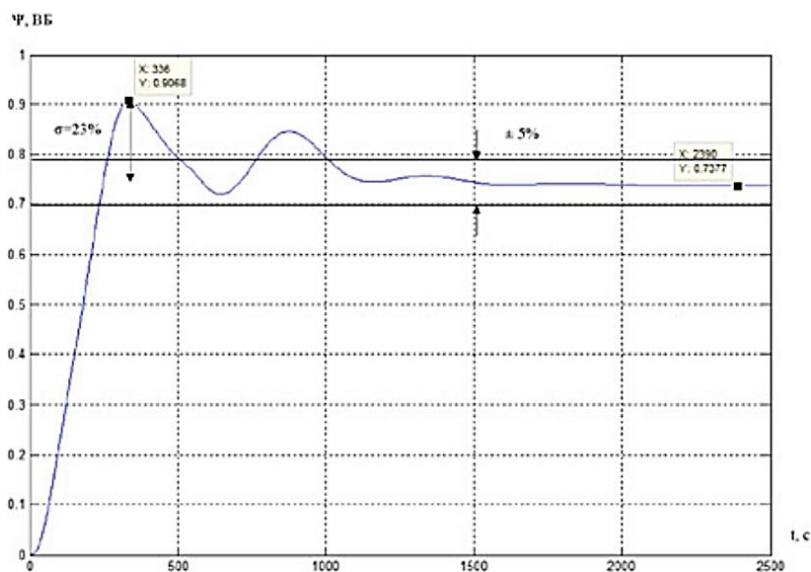


Рисунок 3.18 - Перехідний процес потокозчеплення та швидкості лінеаризованого асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у обертаючій системі координат

В даному проекті для корекції інтегральної складової в ПІ-регулятори вводимо зворотний зв'язок по насиченню. Структурна схема такого регулятора приведена на рисунку 3.19.

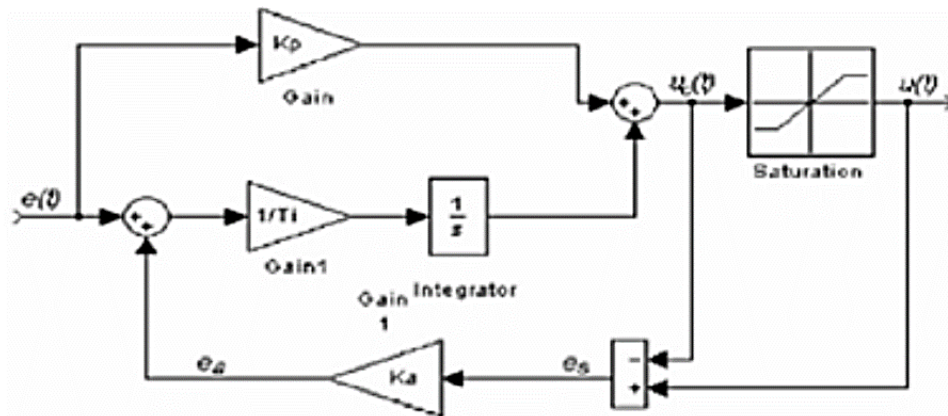


Рисунок 3.19 – ПІ-регулятор із зворотним зв'язком по насиченню

Також для формування плавної зміни завдань по швидкості та потокозчепленню були встановлені задатчики інтенсивності. Їх застосування во вхідних керуючих каналах дозволяє зменшити вплив нелінійностей, що присутні в системі. Крім інтенсивності зміни сигналу затримка на формування завдання у каналі швидкості дозволяє раціональніше використовувати ресурс джерела та зменшити вплив нелінійностей.

Враховуючи всі обмеження на виходах регуляторів та корекцію інтегрального насичення в ПІ-регуляторах та задатчиків інтенсивності у вхідних керуючих каналах, збираємо імітаційну модель нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у стаціонарній системі координат.

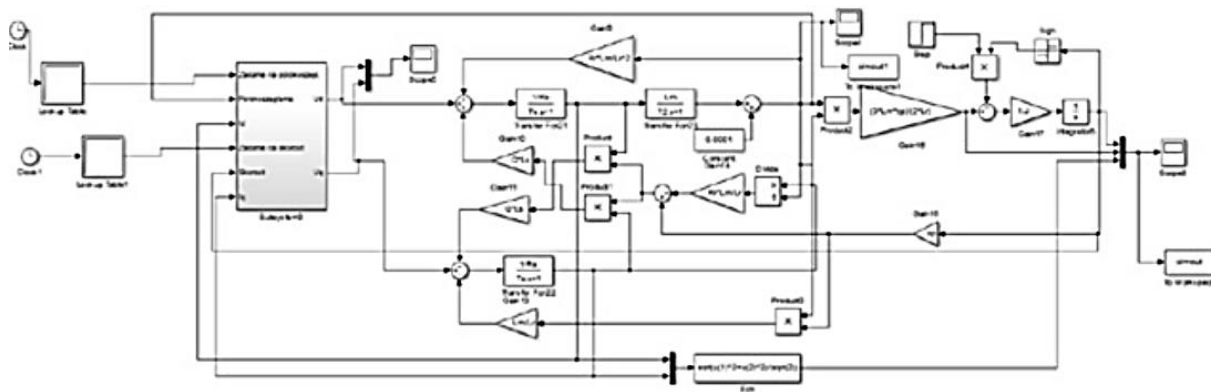


Рисунок 3.20 - Імітаційна модель нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у стаціонарній системі координат

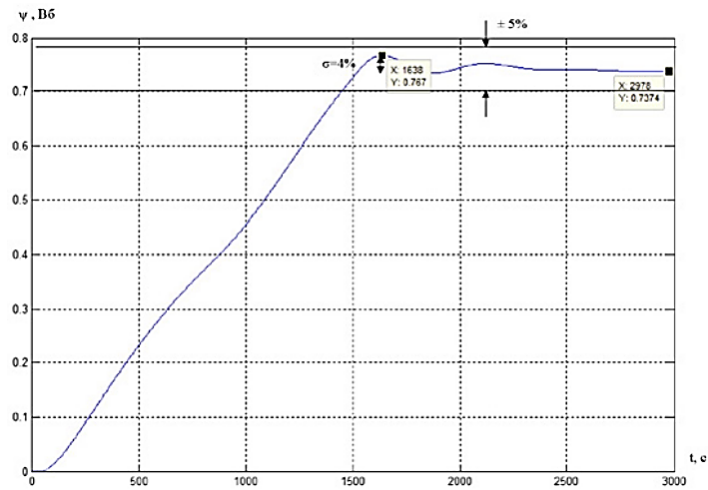


Рисунок 3.21 – Перехідний процес потокозчеплення нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у круговій системі координат

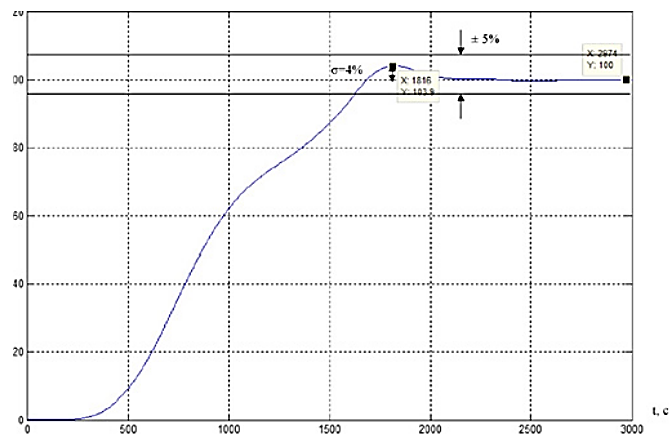


Рисунок 3.22 – Перехідний процес швидкості нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у круговій системі координат

Із результатів моделювання видно, що перерегулювання потокозчеплення зменшилось із 23 % до 4 %, а швидкості – із 30 % до 4 %. Але збільшився час встановленого режиму.

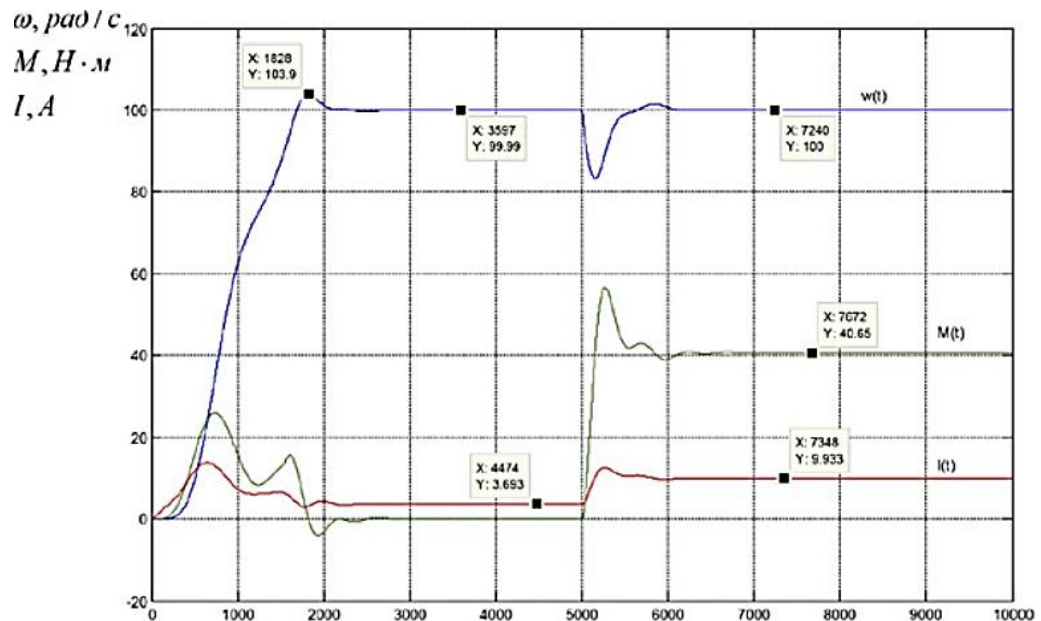


Рисунок 3.23 – Графік перехідних процесів струму, швидкості і моменту нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у круговій системі координат

На рисунку 3.23 зображені графіки перехідних процесів струму, швидкості і моменту нелінійного асинхронного електродвигуна з векторним керуванням на базі моделі АД у стаціонарній системі координат. Як видно з графіка, момент виходить на своє номінальне значення без помилки. Амплітудне значення струму трохи більше свого номінального значення ($9,9 > 9,6$). Привод у нелінійній системі відпрацьовує завдання на швидкості із нульовою помилкою без навантаження та під навантаженням.

3.3 Математичний опис механічної частини ліфта

При дотриманні умов відсутності буксування розрахункова динамічна модель ліфта має вигляд крутильної системи, приведенної до валу двигуна (рисунок 3.24).

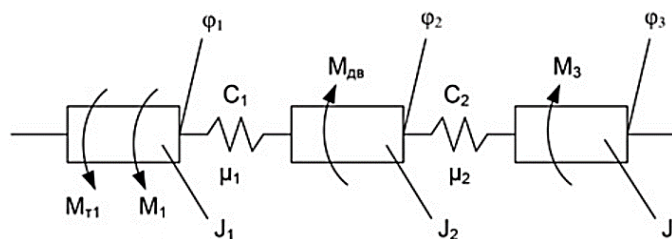


Рисунок 3.24 – динамічна модель ліфта

Рівняння руху тіл системи:

$$\ddot{\varphi}_1 = (C_1 \cdot \varphi_2 - C_1 \cdot \varphi_1 + \mu_1 \cdot \dot{\varphi}_2 - \mu_1 \cdot \dot{\varphi}_1 - M_1 - M_{T1}) / J_1;$$

$$\ddot{\varphi}_2 = (C_1 \cdot \varphi_1 - C_1 \cdot \varphi_2 - C_2 \cdot \varphi_2 + C_2 \cdot \varphi_3 + \mu_1 \cdot \dot{\varphi}_1 - \mu_1 \cdot \dot{\varphi}_2 - \mu_2 \cdot \dot{\varphi}_2 + \mu_2 \cdot \dot{\varphi}_3 + M_{дв}) / J_2;$$

$$\ddot{\varphi}_3 = (C_2 \cdot \varphi_2 - C_2 \cdot \varphi_3 + \mu_2 \cdot \dot{\varphi}_2 - \mu_2 \cdot \dot{\varphi}_3 + M_3) / J_3;$$

де J_1, J_2, J_3 – моменти інерції кабіни і вантажу, лебідки, противажеля, приведених до валу двигуна;

μ_1, μ_2 – коефіцієнти демпфірування коливань у підвісках кабіни та противажеля;

C_1, C_2 – жорсткість канатів кабіни та противажеля, приведених до валу двигуна;

$M_{T1}, M_1, M_{дв}, M_3$ – обертаючі моменти від сили тертя кабіни із вантажем о напрямляючі, ваги кабіни і вантажу, двигуна і ваги противажеля;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – кути повороту кабіни, ротору двигуна і противажеля.

Параметри системи:

$$J_1 = \frac{(m_k + m_z) \cdot R_{ш}^2}{u_p^2} = \frac{(800 + 400) \cdot 0,16^2}{18,5^2} = 0,09 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad - \text{ момент інерції кабіни та вантажу};$$

$$J_3 = \frac{m_{пр} \cdot R_{ш}^2}{u_p^2} = \frac{1000 \cdot 0,16^2}{18,5^2} = 0,075 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ момент інерції противаги};$$

$$J_p = 0,021 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ момент інерції ротора двигуна};$$

$$J_m = 0,076 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ момент інерції муфти з тормозним шківом};$$

$$J_{max} = 0,439 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ момент інерції маховика};$$

$\delta = 1,15$ – коефіцієнт, враховуючий моменти інерції обертаючихся ваг редуктора та шківів;

$J_2 = (J_p + J_m) \cdot \delta + J_{max} = (0,021 + 0,076) \cdot 1,15 + 0,439 = 0,551 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 - \text{ момент інерції лебідки, приведеної до валу двигуна};$

$$C_2 = \frac{k_{л.пр} \cdot R_{ш}^2}{u_p^2} - \text{ жорсткість канатів та пружин підвіски противажеля,}$$

визначається для двох положень кабіни на 12-ому та 1-ому поверхах: $C_2 = 26,93$

$\text{Н} \cdot \text{м} / \text{рад}$, $C_2 = 19,457 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад}$; при цьому лінійна жорсткість пружин підвіски

противажеля $k_{пр} = n_{пр} \cdot k'_{пр} = 292890 \text{ Н} / \text{м}$, лінійна жорсткість канатів підвіски

противажеля $k_k = \frac{n_k \cdot F_k \cdot E_k}{l_k} = 3,31 \cdot 10^6 \text{ Н} / \text{м}$, $k_k = 0,2548 \cdot 10^6 \text{ Н} / \text{м}$, де $n_{пр} = 3 -$

кількість пружин підвіски, $k'_{пр} = 97630 \text{ Н} / \text{м} - \text{ лінійна жорсткість однієї пружини,}$

$l_k = 3,3$ м – довжина схилу канатів підвіски протизважеля, коли кабіна знаходиться на 1-ому поверсі, $l_k = 48,3$ м - довжина схилу канатів підвіски протизважеля, коли кабіна знаходиться на 12-ому поверсі. Лінійна жорсткість підвіски протизважеля $k_{л.пр} = 0,26 * 10^6$ Н/м, коли кабіна на першому поверсі та $k_{л.пр} = 0,136 * 10^6$ Н/м, коли на 12-ому.

Для розрахунку режимів підйому кабіни із вантажем приймаємо наступне правило знаків: $\varphi_1 > 0$, $\varphi_2 > 0$, $\varphi_3 > 0$ – відповідають режиму підйому кабіни (згідно режиму опускання протизважеля), $M_{дв} > 0$ – рухомий режим роботи приводу, $M_{дв} = 0$ – двигун обертається із синхронною кутовою швидкістю (або вимкнений), $M_{дв} < 0$ – генераторний режим роботи двигуна. Моменти від сил тертя та ваги направлені, як показано на рисунку.

Для числового розв'язку рівняння руху тіл системи використовується застосунок до системи Matlab, пакет Simulink. У якості прикладу показана схема, моделююча рівняння руху тіл при пуску (рисунок 3.25) та графіки зміни кінематичних і силових параметрів (рисунок 3.26).

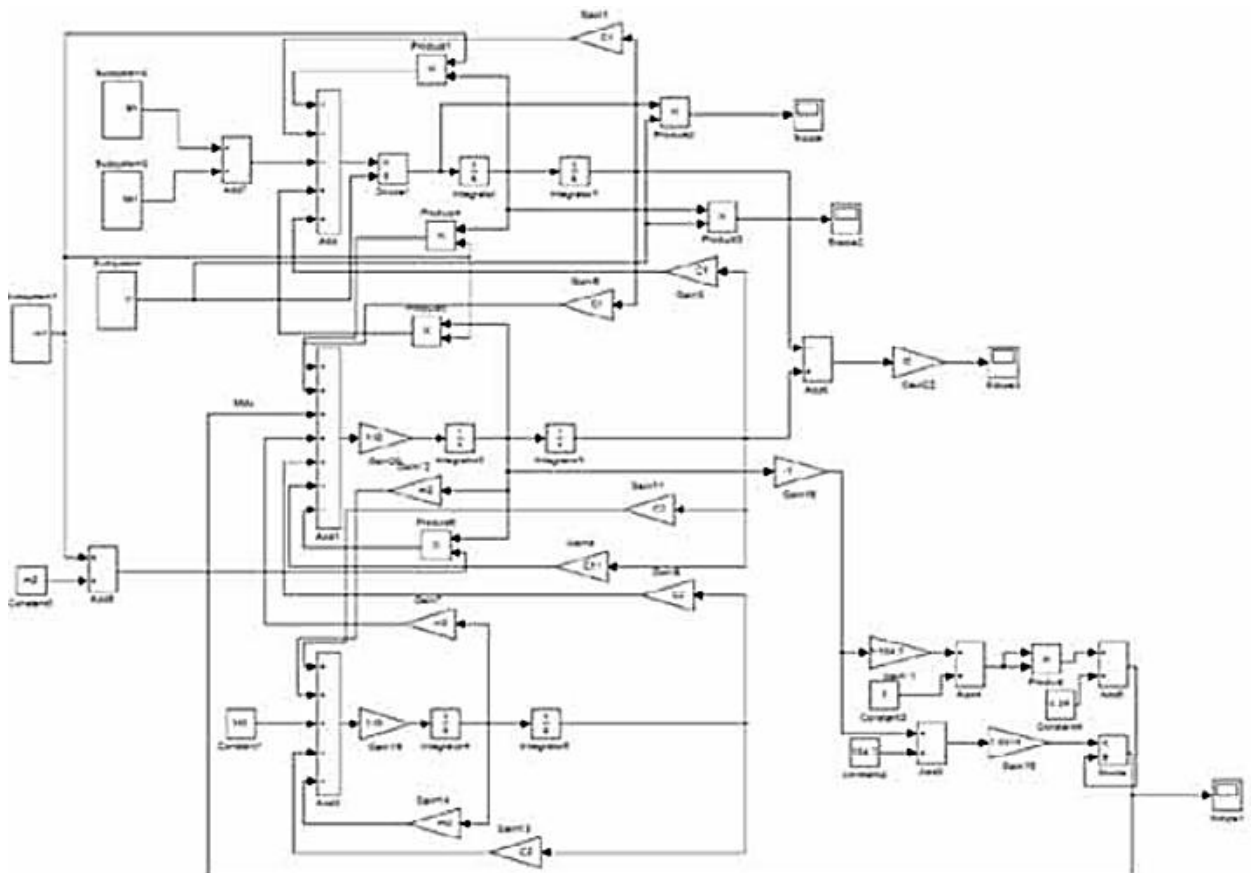


Рисунок 3.25 – Схема, моделююча пуск ліфта, зібрана у середовищі Matlab Simulink

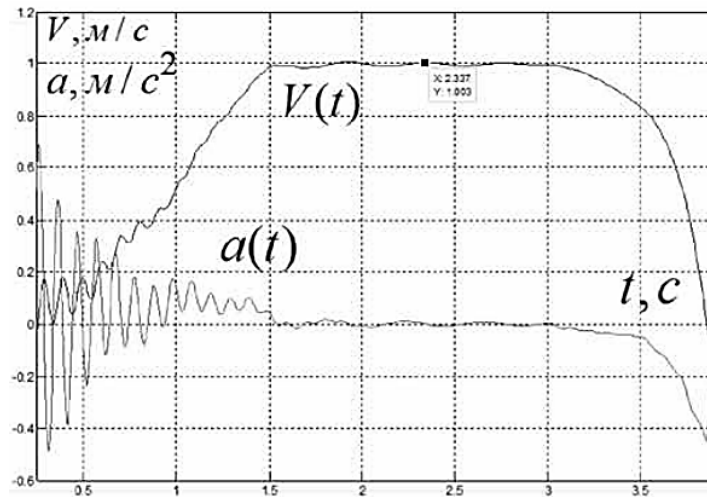


Рисунок 3.26 – Прискорення та швидкість кабіни

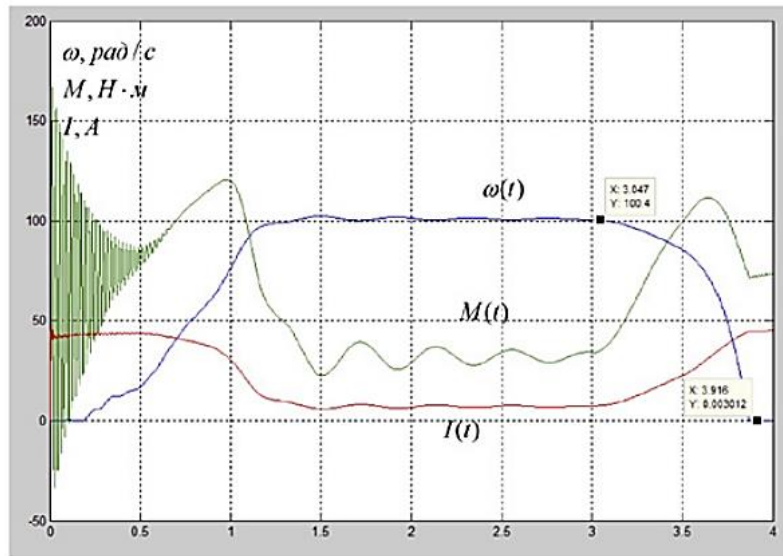


Рисунок 3.27 – Графіки перехідного процесу швидкості, струму та моменту, при моделюванні процесу підйому кабіни

На рисунку 3.27 зображені перехідні процеси прискорення та швидкості кабіни ліфта. Від отриманих даних видно, що швидкість кабіни встановлюється до потрібного значення за 1,5 с. Прискорення кабіни не перевищує допустиме значення $1,5 \text{ м/с}^2$, що задовольняє необхідні потреби, висунуті до пасажирських ліфтів, з точки зору комфорту й безпеки.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Безпека праці являється складовою та нерозривною частиною економічного та соціального розвитку нашого суспільства. На створення здорових та безпечних умов праці в нашій країні приділяють велику увагу.

Охорона праці – система законодавчих актів та відповідних їм соціально-економічних, організаційних, технологічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, забезпечуючих безпеку, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Вона встановлює обов'язкові для всіх підприємств, організацій, посадових осіб та робочих вимоги та правила безпеки організації праці.

Для аналізу умов праці обрано робоче місце механіка насосної станції водопровідного господарства.

4.1 Організація робочого місця

Фактичні та нормативні значення факторів на робочому місці приведені в таблиці 4.1

4.2 Мікроклімат виробничого приміщення

Виробнича санітарія включає оздоровлення повітряного середовища і нормалізація параметрів мікроклімату в робочій зоні, захист робітників від шуму, вібрації, і забезпечення нормативів освітлення, а також підтримка

ДП 2410 ОА-зп81-01 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Орлов Р.О.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Козлов С.С.					30	20
Перевір.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ОА – зп81		
Н. Контр.		Смоляр В.Г.						
Затверд.								

відповідно до санітарних вимог території підприємства, основних і допоміжних приміщень.

Таблиця 4.1

Фактори		Нормативні значення	Фактичні значення
Освітлення		0,4 КЕО	0,65 КЕО
Мікроклімат (на 1 м)	По сухому	27-18%	24,2-21,4%
	Відносна вологість	>75%	46%
	Швидкість рухомого повітря	0,4-0,2 м/с	0,4 м/с
Вібрація		50 дБ	31дБ
Шум		80 дБл	86 дБл

Мікроклімат виробничих приміщень визначається сполученням температури, вологості, рухливості повітря, температури навколишніх поверхонь і їхнім тепловим випромінюванням. Параметри мікроклімату визначають теплообмін організму людини і впливають на функціональний стан різних систем організму, самопочуття, працездатність і здоров'я.

Відповідно до вимог ДСТ12.1.005-88 нормуються оптимальні і припустимі умови мікроклімату (температура повітря, його вологість, а також швидкість у робочій зоні) (табл.1.1).

4.3 Освітлення виробничих приміщень

Проектування штучного (робочого й аварійного) висвітлення для приміщення насосної станції.

Через очі людин одержує близько 90% всієї інформації. Якість її надходження багато в чому залежить від висвітлення. При незадовільному висвітленні людин напружує зоровий апарат, що веде до стомлення зору й організму в цілому. Одночасно людина втрачає орієнтацію серед устаткування, що підвищує небезпека його травмування.

По функціональному призначенню висвітлення підрозділяється на:

- робоче освітлення (природне і штучне світло);
- аварійне висвітлення (штучне світло);
- евакуаційне висвітлення (штучне світло);
- чергове висвітлення (штучне світло).

					2410 ДП.ОА-зп81-01.ПЗ	

Таблиця 4.1 Оптимальні і припустимі норми температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с		
		на	припустима		на	а на робочих місцях постійних і непостійних, не більш	оптимальна, не більш	припустима на робітників місцях постійних і непостійних*		
			верхня границя						нижня границя	
			на робочих місцях							
постійних	непостійних	постійних	непостійних							
Холодний	Легка - Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не більш 0,1
	Легка - Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не більш 0,2
	Середньої ваги - Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не більш 0,3
	Середньої ваги - Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не більш 0,4
	Важка - ІІІ	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не більш 0,5
Теплий	Легка - Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Легка - Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3
	Середньої ваги - Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4
	Середньої ваги - Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5
	Важка - ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°С)	0,4	0,2-0,6

* Велика швидкість руху повітря в теплий період року відповідає максимальній температурі повітря, менша - мінімальній температурі повітря. Для проміжних величин температури повітря швидкість його руху допускається визначати інтерполяцією; при мінімальній температурі повітря швидкість його руху може прийматися також нижче 0,1 м/с - при легкій роботі і нижче 0,2 м/с - при роботі середньої ваги і важкої.

2410 ДП.ОА-зп81-01.ПЗ

Дата

У залежності від джерела світла освітлення може бути:

- природним (створюється сонячним диском дифузійним світлом небозводу);
- штучним (створюється електролампами);
- сполученим (природне + штучне).

Штучне освітлення

Штучне освітлення застосовується в темний час доби й у приміщеннях, де немає природного висвітлення. По конструктивному виконанню воно підрозділяється на:

- загальне (рівномірне або локалізоване);
- комбіноване (загальне + місцеве).

Одне місцеве освітлення у виробничих приміщеннях не допускається. Джерелами штучного світла є лампи накаливання (ЛН) і газорозрядні лампи (ГРЛ).

Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи тимчасовому загасанні робочого освітлення в приміщеннях, коли відсутність штучного висвітлення може викликати важкі наслідки для людей, технологічних процесів, устаткування і підприємства в цілому. При аварійному висвітленні освітленість (E_A) повинна бути не нижче 5% від робочої загальної освітленості, але не менш 2 лк усередині будинку (але і не більш 30 лк) і не менш 1 лк для площадок підприємства. При освітленості в будинку більш 30 лк (ГРЛ) і більш 10 лк (ЛН) потрібне обов'язкове обґрунтування аварійного висвітлення.

4.4 Шум, вібрація

1. Шум. У виробничих умовах джерелами шуму є працюючі верстати і механізми, ручні механізовані інструменти, електричні машини, компресори,

ковальсько-пресове, підйомно-транспортне, допоміжне устаткування (вентиляційні установки, кондиціонери) і т.д.

Припустимі шумові характеристики робочих місць регламентуються ДСТ 12.1.003-83. По характері спектра шуми підрозділяються на широкополосні і тональні(Табл.5.2.).

Таблиця 5.2

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, у складених смугах середньгеометричними частотами, Гц					Рівні звуку й еквівалентні рівні звуку, ДБА					
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000	
Виконання робіт на , місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств	7	10	9	87	82	78	75	73	71	69	80

Основні напрямки боротьби із шумом на промислових підприємствах наступні:

- зниження шуму в джерелі його виникнення, тобто розробка шумобезпечної техніки;
- зниження шуму на шляху його поширення, тобто застосування засобів колективного захисту від шуму – звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляції, демпфірування, глушителей шуму;
- проведення організаційно-технічних заходів щодо захисту від шуму.

Зниження шуму в джерелі його виникнення.

Для боротьби з аеродинамічними шумами, що є головної складового шуму вентиляторів, кондиціонерів, компресорних турбін, двигунів внутрішнього згорання, застосовуються в основному звукоізоляція джерела й установка спеціального глушителя.

Зниження шуму на шляху його поширення.

Найбільш ефективний засіб для зниження шуму на шляху його поширення – звукоізолюючі перешкоди (стіни, звукоізолюючі оболонки навколо машин, екрани, звукоізолюючі кабінки і посади керування, тобто звукоізолюючі оболонки навколо робітників місць).

Звукоізолююча стінка.

Зниження шуму може бути досягнуте шляхом установлення звукоізолюючої стінки:

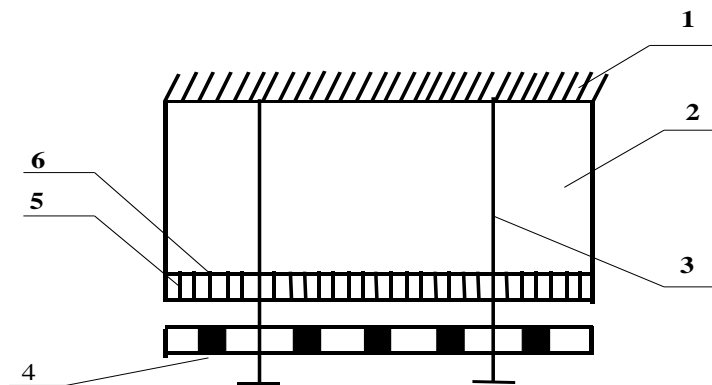


Рисунок 4.1 – Звукоізолююча стінка

1 – стіна або стеля; 2 – повітряний проміжок; 3 – кріплення облицювання; 4 – перфороване покриття; 5 – звукоізоляційний матеріал; 6 захисна плівка (оболонка).

Організаційно-технічні заходи щодо захисту від шуму включає застосування мал шумних процесів і устаткування, упровадження дистанційного керування гучних машин, раціональний режим праці і відпочинку, застосування засобів індивідуального захисту, періодичний контроль рівня шуму.

Індивідуальні засоби захисту застосовуються в тих випадках, коли по технічних або економічних причинах не можна зменшити шум до доступного рівня. Застосовують против шумних навушники, протишумні шоломи, вкладиші.

2. Вібрація. Тривалий вплив вібрації високих рівнів на організм людини приводить до розвитку передчасного стомлення, зниженню продуктивності

праці, росту захворюваності і нерідко до виникнення професійної патології - вібраційної хвороби.

Вібрація - це механічний коливальний рух системи з пружними зв'язками.

Вібрацію по способі передачі на людину (у залежності від характеру контакту з джерелами вібрації) умовно підрозділяють на:

місцеву (локальну), що передається на руки працюючого, і загальну, що передається через опорні поверхні на тіло людини в положенні сидючи (сідниці) або коштуючи (підшви ніг). Загальна вібрація в практиці гігієнічного нормування позначається як вібрація робочих місць. У виробничих умовах нерідко має місце дія місцевої і загальної вібрації.

4.5 Забезпечення безпеки при експлуатації електроустановок

а) Електричні: напруга, сила, рід струму, його частота, електричний опір людини.

б) Неелектричні: індивідуальні особливості людини, тривалість дії струму і його шлях через людину.

в) Стан навколишнього середовища.

Визначальні фактори поразки електричним струмом.

Вплив струму різної величини на людину приведено в таблиці.

а) Електричний струм найменшої сили, що викликає дратівне відчуття людиною, називається граничним відчутним струмом. Це приблизно 1,1 МА для струму частоти 50 гц, а для постійного струму - 6 МА. При струмі 10-15 МА частотою 50 гц і постійним у 50-80 МА людина не в змозі розтиснути руку, який стосується струмоведучої частини. Такий струм називається невідпускаючим граничним. Тік 80-100 МА для частоти 50 гц і 300 МА для постійного струму викликає припинення кровообігу і смертю Цей струм називається фібриляційним. а мінімальне його значення - граничним фібриляційним струмом. Тік більш 100 МА (при частоті 50 гц) миттєво

викликає смерть від зупинки серця. Найбільш небезпечним є перемінний струм частотою 20-1000 Гц.

Таблиця 4.3

Тік, ма	Вплив на людину	
	Змінний струм	Постійний струм
0,5	Відсутнє	Відсутнє
0,6-1,5	Легке тремтіння пальців	Відсутнє
2-3	Сильне тремтіння пальців	Отсутствует
5-10	Судороги в руках	Нагрівши
12-15	Важко відірвати руки від проводів	посилення нагрівання
20-25	руки паралізує негайно	посилення нагрівання
50-80	Параліч подиху	утруднення подиху
90-100	при $t > 3$ сек – параліч серця	параліч подиху

Значення несприятливого струму для постійного більше в 3 рази, чим перемінного.

Електричний опір тіла людини індивідуально, його значення орієнтовно приймається рівним 1000 Ом. Тривалість дії струму на тіло людини пропорційно ваги поразки, гранично припустимі рівні напруг дотику і сили струмів вище відпускають установлені для шляхів струму від однієї руки до іншої, від руки до ніг ДСТ 12.1.038. Стандарт.

Гранично припустимі рівні напруг дотику і струмів, що для нормального ритму роботи електроустановки при тривалості впливу не більш 10 хвилин у добу не повинне перевищувати наступних значень: при перемінному струмі 50 гц - 2 в і при постійному струмі - 8 у при струмі 0,3 МА. При роботі в умовах високих температур (більш 25 градусів) і вологості більш 75 відсотків зазначені значення напруги дотику повинні бути зменшені в 3 рази.

У залежності від впливу навколишнього середовища ПУЕ класифікують виробничі приміщення по ступені небезпеки поразки електричним струмом:

а) приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них одного з наступних факторів:

вогкість (відносна вологість більш 75 %)

струмопровідний пил
струмопровідні статі
висока температура повітря (більш 35 градусів)
можливість одночасного дотику людини до заземлених місць металоконструкцій з однієї сторони і металевих частин електроустаткування з іншої.

б) особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю одного з факторів:

особлива вогкість (відносна вологість більш 100%)

Небезпечні зони при роботі з електромеханічним устаткуванням.

Небезпечною зоною називається простір, у якому можливе виникнення небезпечного або шкідливого виробничого фактора.

До небезпечного відносяться зони, розташовані поруч з не обгородженими перепадами по висоті, неізольованими струмоведучими частинами електроустаткування, що переміщуються знаряддями, машинами, їх частинами і працюючими органами. Небезпечними зонами вважаються також місця, у яких виробляються або зберігаються шкідливі речовини в концентраціях вище гранично припустимих, шкідливі випромінювання і місця, над якими переміщуються вантажі, у яких шум перевершує гранично припустимі норми. Небезпечні зони виникають також при руйнуванні тих або інших конструкцій.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори можуть бути присутнім постійно, виникати періодично або з'являтися раптово в результаті руйнування устаткування або інших аварій. Тому небезпечні зони по характері дії зазначених факторів можуть бути як стаціонарними (постійними), так і не стаціонарними.

Нестаціонарні небезпечні зони звичайно виникають під дією безлічі небезпечних факторів, що змінюються, передбачати які не завжди вдається. Установити їхня дія можлива тільки при ретельному вивченні обставин, при яких ця зона утворилася. Для визначення просторової довжини небезпечні

зони попередньо визначаються її габаритні розміри на основі монографічного і топографічного аналізу небезпечних і травматичних ситуацій. Ступінь небезпеки і її показник навіть у межах однієї зони не є величиною постійної в часі, тому що зовнішні фактори періодично міняються. У залежності від якості зовнішніх факторів і частоти їхнього ступеня.

Заземленням (мал. 4.3.) називається сполука з землею не струмоведучих металевих частин електроустаткування через металеві деталі, що закладаються в землю і називані заземлювачами, і деталі, що прокладаються між заземлювачами і корпусами електроустаткування, називані провідниками, що заземлюють. Провідники і заземлювачі звичайно робляться з низьковуглеродний стали, називаної в просторіччі залізом.

Заземлювачі у виді штирів, що вбиваються в землю, називаються електродами, і можуть бути одиночними або груповими. Заземлювач має характеристики, обумовлені стіканням по ньому струму в землю. До характеристик заземлювача відносяться:

- напруга на заземлювачі;
- зміна потенціалів крапок у землі навколо заземлювач в залежності від їхньої відстані від заземлювача в зоні розтікання струму — вид потенційної кривої;
- вид ліній рівного потенціалу — еквіпотенціальних ліній на поверхні землі;
- опір пристрою, що заземлює;
- напруги дотику і кроку.

На рис. 4.2 показана схема простого заземлювача у виді стрижня або труби, що забиваються в землю і вид потенційних кривих і еквіпотенціальних ліній.

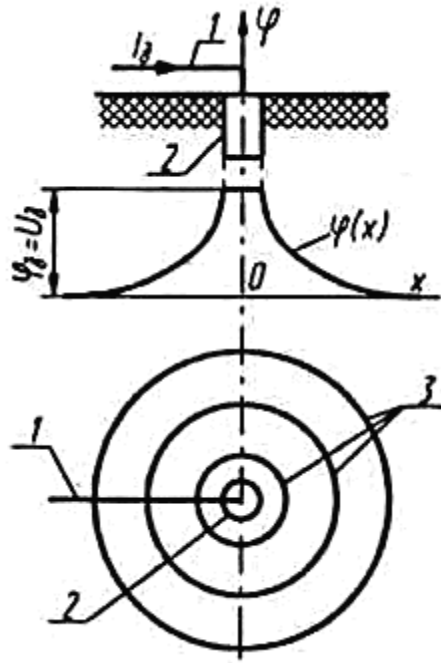


Рис. 4.2 Розподіл потенціалів у поверхності землі в зоні поодинокого заземлювача

При відстані менш 40 м між одиночними заземлювачами в груповому заземлювачі їхньої зони розтікання накладаються один на одного, і виходить одна зона розтікання групового заземлювача, що відповідає своя потенційна крива.

Заземлення нейтралі джерела струму має на меті понизити напруга на корпусах устаткування і на нульовому проводі, з яким ці корпуси з'єднані, до безпечного значення при замиканні фазного провідника на землю, при цьому створюється шлях для струму $I_{\phi-z}$.

Нульовий захисний провідник призначений для збільшення струму короткого замикання I_k с метою впливу цього струму на захист. Збільшення I_k відбувається за рахунок зменшення опору току при наявності нульового проводу в порівнянні з тим, якби струм йшов через землю.

Повторне заземлення нульового проводу призначено для зниження напруги на корпусах устаткування при замиканні фази на корпус як при справному, так і при обірваному нульовому проводі.

Пристрій захисного відключення (УЗО) складається з чуттєвого елемента, що реагує на зміну контрольованої величини, і виконавчого органа, що відключає відповідну ділянку мережі.

Чуттєвий елемент може реагувати на потенціал корпусу, струм замикання на землю, напругу і струм нульової послідовності, оперативний струм. Як вимикачі можуть застосовуватися контактори, магнітні пускачі, автоматичні вимикачі з незалежним розчеплювачем, спеціальні вимикачі для УЗО.

Призначення УЗО — захист від поразки електричним струмом шляхом відключення ЕУ з появою небезпеки замикання на корпус устаткування або безпосередньо при торканні струмоведучих частин людиною.

УЗО застосовується в ЕУ напругою до 1000 В с ізолюваної або глухозаземленої нейтралю в якості основного або додаткового технічного.

Граничні величини опорів пристроїв, що заземлюють, у системі приведені в табл. 4.4.

способу захисту, якщо безпека не може бути забезпечена шляхом застосування заземлення або занулення або якщо заземлення або занулений не можуть бути виконані з деяких причин.

УЗО обов'язково для контролю ізоляції і відключення ЕУ при зниженні опору ізоляції в ЕУ спеціального призначення, наприклад, у підземних гірських виробленнях (реле витоку).

Таблиця 4.4

Напруга мережі, У		<i>Опір, Ом</i>			
лінійне 3-фазного струму	однофаз ного струму	Пристрою, що заземлює, нейтралі трансформатор а або генератора	Заземлюва ча, розташованог о в нейтралі	загальн е всіх повторних заземлень нульового проводу	кожног
					о
					повторног
					о
					заземленн
					я
					нульового
					проводу
660	380	2	15	5	15
380	220	4	30	10	30
220	127	8	60	20	60

Прикладом УЗО є пристрій типу, що захисно-відключає, ЗОУП—25, призначене для відключення і включення силових трифазних ланцюгів при напрузі 380 В и струмі 25 А в системах із глухозаземленої нейтралю, а також для захисту людей при торканні струмоведучих частин або корпусів устаткування, оказавшись під напругою.

Як відомо, напруга дотику або кроку виходить тоді, коли є різниця потенціалів між підставою, на якому коштує людина, і корпусами устаткування, яких він може торкнутися, або між ногами. Якщо з'єднати за допомогою додаткових електродів і провідників місця можливого торкання тілом людини, то не буде різниці потенціалів і зв'язаної з нею небезпеки.

Вирівнювання потенціалів корпусів електроустаткування і зв'язаних з ним конструкцій і підстави здійснюється пристроєм контурного заземлювача, електроди якого розташовуються навколо будинку або спорудження з заземленим або зануленим устаткуванням. Усередині контурного заземлювача під статтю приміщення або площадки прокладаються горизонтальні подовжні і поперечні електроди, з'єднані зварюванням з

електродами контуру. При наявності занулення контур приєднується до нульового проводу.

Вирівнювання потенціалів корпусів устаткування і конструкцій здійснюється приєднанням конструкцій і всіх корпусів до мережі занулення або заземлення.

Вирівнювання потенціалів застосовується як додатковий технічний спосіб захисту при наявності занулення або заземлення в приміщеннях з підвищеною небезпекою або особливо небезпечних.

4.6 Пожежна безпека

Заходу щодо пожежної профілактики підрозділяються на організаційні, технічні і експлуатаційні. Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, правильний зміст будинків і протипожежний інструктаж робітників та службовців. До технічних заходів відносяться дотримання протипожежних норм, правил при проектуванні будинків, при пристрої електропроводки, опалення, вентиляції і висвітлення. Заходу режимного характеру - заборона паління в невстановлених місцях, виробництво зварених і вогнебезпечних робіт у пожежонебезпечних приміщеннях. Експлуатаційні заходи - профілактичні огляди, ремонт і іспити технологічного устаткування.

Будинок вважається правильно спроектованим, якщо поряд з рішенням функціональних, санітарних і технічних вимог забезпечуються умови пожежобезпеки. Відповідно до Дст усі будівельні матеріали по займистості поділяють на три групи:

- неспалені, під дією вогню і високих температур не займаються і не обвуглюються (метали і матеріали мінерального походження);
- важкогорючі, здатні займатися і горіти під впливом стороннього джерела загоряння (конструкції з деревини, покриті вогнезахисними шаром);
- спаленні, здатні самостійно горіти після видалення джерела загоряння.

При пожежі конструкції можуть нагріватися до високих температур, прогоряти, одержувати наскрізні тріщини, що може привести до пожеж у суміжних приміщеннях.

У практиці гасіння пожеж найбільше поширення одержали наступні принципи припинення горіння:

ізоляція вогнища горіння шляхом розведення непальними газами до концентрації, при якій горіння загасає;

охолодження вогнища горіння;

інтенсивне гальмування швидкості хімічної реакції в полум'ї;

механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя газу або води;

Для гасіння пожеж застосовують вогнегасники, переносні установки. До ручних вогнегасників відносяться пінні, вуглекислотні, вуглекислотно-брометилові і порошкові.

Пінні вогнегасники використовуються для гасіння пожежі і мають наступні достоїнства: простотою, легкістю, швидкістю приведення вогнегасника в дію і викиданням рідини у виді струменя

Можливість швидкої ліквідації пожежі залежить від своєчасного оповіщення про пожежу. Розповсюдженим засобом оповіщення є телефонний зв'язок. Також швидким і надійним видом пожежного зв'язку є електрична система, що складається з 4 частин: прилада-повідомлювача (датчиків), що встановлюються на об'єкті і приводяться в дію автоматично;

Автоматичні пожежні повідомлювачі в залежності від фактора, що впливає, бувають димовими, тепловими і світловими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко, Б. М. Основні поняття дискретних систем / Б. М. Гончарен-ко, А. П. Ладанюк, О. П. Лобок // Цифрові системи керування : навч. посібник. - Вінниця : Нова Книга, 2007. – 160 с.
2. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навч. посіб-ник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бе-кетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 150 с.
3. Johnson M.A., Moradi M.H. PID Control. New Identification and Design Methods. — London: Springer, 2005. —544 p.
4. Куо Б. Теория проектирования цифровых систем управления. – М.: Маши-ностроение, 1986.-448с.
5. Шаруда В.Г. Практикум з теорії автоматичного управління. Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: НДТУ, 2002.-414с.
6. O'Dwyer A. Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules. — Dublin: Dublin Institute of Technology, 2006. — 546 p.
7. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процеса-ми: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
8. Густав Олссон, Джангудио Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления.-СП б.: Невский Диалект, 2001 – 557 с.
9. Грибко В.В. Мікропроцесорні системи керування електроприводами / В.В. Грибко, В.Ю. Кучерук, О.М. Возняк – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 146 с.
10. Поповіч М.Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / М.Г. Поповіч, О.Ю. Лозинський. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
- 11.Гультьяев А.К. MATLAB 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие.-СПБ: Корона принт, 2001.-402с.
12. Парр. Э. Програмируемые контроллеры: руководство для инженера/Парр Э. пер. 3-го англ. изд.-М.: БИНОМ, 2007.-516 с.
13. Дьяконов В.П. Математическая система Maple V R3/R4/R5. – М.: "СО-ЛОН", 1998.

					ДП 2410 ОА-зп81-01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Белов М.П. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие / Зементов О.И., Козярук А.Е. и др.; под ред. Новикова В.А., Чернигова Л.М.. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 416с.

15. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7 в математике, в Физике и в Internet. – М: Нолидж, 1998. – 352 с.

16. О. П. Чорний, А. В. Луговой, Д. Й. Родькін, Г. Ю. Сисюк, А. В. Садовой. Моделирование электромеханических систем: Пособие. – Кременчук: ПП Щербатих А.В., 2001. – 376 с.

17. Садовой О.В., Дерезь О.Л. Специальные вопросы математического описания и моделирования динамики сложных систем.–Днепропетровск:Д ДТУ, 2014.–206 с.

18. О. І. Толочко. Моделирование электромеханических систем. Математическое моделирование систем асинхронного электропривода: учебное пособие / О. І. Толочко. – Киев, НТУУ «КП», 2016. – 150 с.

19. Плахтина О.Г. та ін. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи: Навч. посібник / О.Г. Плахтина, С.С. Мазепа, А.С. Куцик. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. – 228 с.

20. MATLAB User Guide. – The MathWorks, Inc., 2014.

21. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язування задач електромеханіки в середовищі пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету “Львівська політехніка”, 2000. – 166 с.

22. W.D. Pietruszka. MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis. Modelbildung, Berechnung und Simulation. – Der B.G. Teubner Verlag, 2006. – 402 P.

					ДП 2410 ОА-зп81-01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		