

ЗАЯВА

Я, Повар Олег Дмитрович

(ПІБ повністю)

Студент

групи ЕП2021

(шифр групи)

Спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код та назва спеціальності)

освітньої програми Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

(назва освітньої програми)

освітнього ступеня підготовки магістра

(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему: Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

«13» грудня 2021 р.

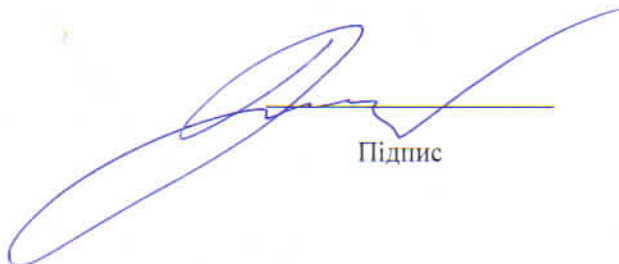


Підпис

Керівник роботи

Краснов Р. В.

ПІБ



Підпис

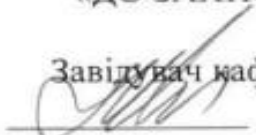
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Електротехніка та електромеханіка

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

 /Андрій МУХА/

« 20 » 12 20 21 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **14 Електрична інженерія**

Спеціальність **141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Освітньо-професійна програма **Електромеханічні системи автоматизації та електропривод**

Тема **Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності**

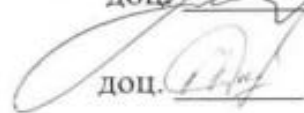
Theme **Design of electric drive of passenger elevator and analysis of its energy efficiency**

Керівник дипломної роботи

доц. 

Роман КРАСНОВ

Нормоконтролер

доц. 

Оксана КАРЗОВА

Студент групи ЕП2021



Олег ПОВАР

Student

Povar Oleh

Дніпро – 2021

Український державний університет науки і технологій
Факультет Управління енергетичними процесами

кафедра Електротехніка та електромеханіка

Спеціальність 141_ Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри

 Муха А. М.
(підпис) (ПІБ)

«01» 09 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної магістерської роботи на здобуття ОКР магістра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

студента групи ЕП2021 Повар Олег Дмитрович
(номер групи) (ПІБ)

1. Тема дипломної роботи Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності
затверджена наказом по університету № 799ст від «31» грудня 2020 р.
2. Термін подання студентом закінченої роботи 1 грудня 2021
3. Вихідні дані до дипломної роботи Схеми підключення електропривода, параметри ліфтової кабіни, системи автоматичного керування
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1. Будова та принцип дії пасажирських ліфтів. Стан пасажирських ліфтів в Україні. 2. Попередній вибір електропривода пасажирського ліфта. 3. Розрахунок системи електропривод - робоча машина. 4. Попередня перевірка двигуна по нагріву і продуктивності. 5. Автоматизація. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічних робіт (з переліком обов'язкових креслень) 1. Будова пасажирського ліфта. 2. Параметри ліфту. 3. Схема підключення двигуна з фазним ротором. 4. Функціональна схема електроприводу ліфта типу ПЧ-АД. 5. Попередній розрахунок діаграм навантажень. 6. Схема підключення перетворювача частоти

6.	Розділ	Консультант	Підпис, дата	
			Завдання видав	Завдання прийняв
	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Саблін О. І.		

Дата видачі завдання: «__» _____ 20__ р.

Керівник дипломної роботи

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Будова та принцип дії пасажирських ліфтів. Стан пасажирських	20.09.2021	15%
2	Попередній вибір електропривода пасажирського ліфта	11.10.2021	15%
3	Розрахунок системи електропривод - робоча машина	18.10.2021	10%
4	Попередня перевірка двигуна по нагріву і продуктивності	08.11.2021	15%
5	Автоматизація	15.11.2021	20%
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.11.2021	10%
7	Висновки та додатки	21.11.2021	10%
8	Список використаної літератури	23.11.2021	5%

Студент-дипломник

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота на тему «Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності» містить: 56 сторінок основного тексту, 3 таблиці, 13 рисунків, 16 літературних джерел, 1 додаток.

Мета роботи – спроектувати електропривод пасажирського ліфта та проаналізувати енергоефективність системи.

В розділі 1 — розібрано основну будову стандартного пасажирського ліфта та його принцип роботи.

У розділі 2 — досліджено електродвигун, визначено передавальний момент редуктора та його вибір.

Розділ 3 — досліджено важливі показники статичних моментів, моментів інерції, коефіцієнта жорсткості електропривод – робоча машина.

Розділ 4 — перевірено двигун по нагріву

Розділ 5 — показано шляхи підвищення надійності за рахунок застосування реле на сучасній високонадійній елементній базі.

У розділі проведена ідея використання частотного перетворювача, надані принципові схеми такого блоку.

Розділ 6 — основні правила безпеки під час користування пасажирським ліфтом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАСАЖИРСЬКІ ЛІФТИ, ЕЛЕКТРОПРИВОД, МІКРОКОНТРОЛЕР, РЕЛЕ, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ, АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОДВИГУН, СХЕМА КЕРУВАННЯ, МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ.

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЛІФТІВ. СТАН ПАСАЖИРСЬКИХ ЛІФТІВ В УКРАЇНІ	8
1.1. Основні елементи ліфтів	8
1.2. Стан ліфтів в Україні	9
РОЗДІЛ 2 ПОПЕРЕДНІЙ ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА	11
2.1 Основні поняття	11
2.2 Вихідні дані	13
2.3 Визначення передавального числа і вибір редуктора	13
2.4 Розрахунок моментів статичних опорів та попередній розрахунок потужності електродвигуна	15
2.5 Вибір схеми підключення електродвигунів	20
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОД – РОБОЧА МАШИНА	23
3.1 Розрахунок приведених статичних моментів	23
3.2 Розрахунок приведених моментів інерції і коефіцієнтів жорсткості	25
РОЗДІЛ 4 ПОПЕРЕДНЯ ПЕРЕВІРКА ДВИГУНА ПО НАГРІВУ І ПРОДУКТИВНСТІ	29
РОЗДІЛ 5 АВТОМАТИЗАЦІЯ	34
5.1 Алгоритм програми ліфтової установки	34
5.2 Система керування електроприводом	34
5.3 Розробка структури систем автоматичного керування	36
5.4 Синтез системи автоматичного регулювання і вибір елементів контурів регулювання	38
5.5 Синтез і розрахунок вузлів обмежень і захистів	40

					Пояснювальна записка				
Змн.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата	Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності	Стад.		Аркуш	Аркушів
реценз									
Зав. кафедр.		Муха А. М.		2012	0024.ДМР21.05.ПЗ			5	55
Н. контр.		Карзова О. О.		24.12					
Осн. керів.		Краснов Р. В.							
Розробив		Повар О. Д.							
						Український державний університет науки і технологій, група ЕП2021			

5.2	Розрахунок часо-струмового захисту	42
5.3	Максимально-струмовий захист	43
5.8	Вибір перетворювача	44
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		46
6.1	Вимоги безпеки праці під час виконання робіт в пасажирських ліфтів	46
6.2	Дії працівників в аварійних ситуаціях	47
6.3	Вимоги до безпеки в будові ліфтів	47
ВИСНОВКИ		52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		53
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ		55
ДОДАТОК А		

ВСТУП

У випускній магістерській роботі було підняті такі важливі теми, як розвиток та перспективи в розробці та проектуванню електроприводів пасажирських ліфтів, загальний їх стан на території України та можливість їх модернізації із застосуванням новітніх розробок. Було розібрано будову та принцип дії пасажирських ліфтів, систему безпеки для пасажирів, які користуються ними.

На момент дослідження було виявлено, що більша частина обладнання пасажирських ліфтів на території України не в задовільному стані та потребують модернізації, їх експлуатаційний термін вичерпався або наближається до кінця. Під час дослідження літератури було виявлено, що все таки ліфти замінюють на нові та модернізують старі, хоча досить повільно. В більшості випадків нові сучасні ліфти встановлюють в нових будинках.

Вибір електроприводу пасажирського ліфта було розпочато з основ порівнявши різні типи електроприводів та самих кабін ліфтів за їх принципом дії та основними принципами будови. Для вибору оптимального варіанту проведено дослідження.

Визначившись з будовою та основними параметрами ліфтів та електропривода, наступним кроком стали розрахунки та вибір систем гальмування та систем безпеки пасажирів, для яких власне і будують ліфти.

Передусім, це точність гальмування, конструкція уловлювача, механічний обмежувач швидкості ліфта.

Розраховано та вибрана також автоматика силових елементів самого електропривода пасажирського ліфта.

Дослідження показали реальність конструкції та її відповідність до часу.

РОЗДІЛ 1

БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЛІФТІВ. СТАН ПАСАЖИРСЬКИХ ЛІФТІВ В УКРАЇНІ

1.1 Основні елементи ліфтів

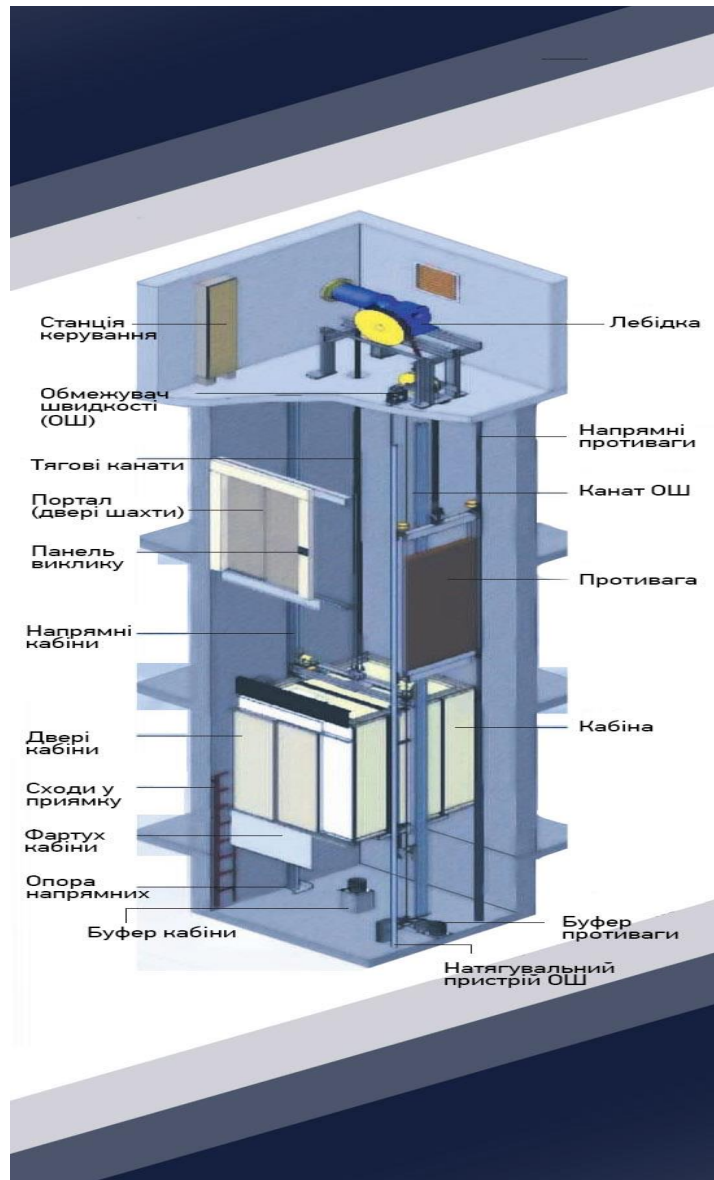


Рис. 1. Будова пасажирського ліфта

Лебідка встановлена в машинному приміщенні ліфта і призначена для приведення в руху кабінні і противаги. Основними складовими частинами лебідки є: редуктор, гальмо, рама, двигун, канатоведучий шків. Кабіна ліфта підвішена на тягових канатах в шахті і призначена для перевезення пасажирів. Кабіна ліфта

складається з верхньої балки, стелі, підлоги, створок дверей кабіна, приводу дверей і балки нижньої.

Уловлювачі призначені для зупинки і утримання кабіни на напрямних при зростанні швидкості руху кабіни вниз і при спрацьовуванні обмежувача швидкості.

Двері кабіни автоматика дверей кабіни гарантує безпеку користування кабіною. Положення стулок (розсунуті або закриті) контролюються електричним вимикачем.

Двері шахти призначені для виключення доступу в шахту.

Основний принцип дії полягає в наступному: один кінець троса є противагою, що врівноважує навантаження кабіни ліфта. Коли кабіна ліфта приводиться в рух електродвигуном, противага опускається, а кабіна піднімається і навпаки [1].

1.2. Стан ліфтів в Україні

Стан пасажирських ліфтів в Україні Державна служба України з питань праці повідомляє, на сьогоднішній день у багатоповерхових житлових будинках України експлуатується понад 100 тисяч ліфтів, яких значна частина відпрацювала визначені нормативними документами терміни експлуатації – 25 років і більше.

Тож вони є морально застарілими, а обладнання та металоконструкції зазнали значного фізичного зносу. Технічний стан більшості таких ліфтів не може у повному обсязі гарантувати їх безпечність та надійність під час експлуатації. Не зважаючи на таке становище, власники ліфтів не вживають належних заходів щодо поліпшення ситуації. Функції суб'єктів господарювання, які експлуатують ліфти, передаються приватним структурам. Фахівці цих організацій не володіють знаннями щодо основних вимог безпеки під час експлуатації ліфтів, не завжди виконують свої функції з ремонту машинних приміщень (особливо їх дахів), поверхових площадок, відновлення освітлення поверхових площадок, не пропагують серед мешканців багатоповерхових будинків, які користуються ліфтами, їх безпечну експлуатацію, важливість збереження їхньої матеріальної

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

частини. Не всі організації, що здійснюють технічне обслуговування ліфтів, спроможні повністю забезпечити утримання ліфтів у належному технічному стані через відсутність у них відповідної матеріально-технічної бази, необхідної кількості запасних частин, достатньої кваліфікації працівників тощо. Через незадовільний технічний стан ліфтів збільшується ризик травмування користувачів, а також виникають перешкоди утворенню об'єднань співвласників багатоквартирних будинків, які не можуть взяти відповідальність за утримання у належному стані устаткування підвищеної небезпеки, подальша експлуатація якого потребує значних фінансових зобов'язань. Щороку у кожній області держави під час користування ліфтами трапляються інциденти, у результаті яких травмуються люди, у тому числі смертельно. Основними причинами травмування користувачів ліфтів є їх незадовільний технічний стан та порушення вимог правил їх користування.

Національний департамент шахтного нагляду відповідає за статистику та розслідування нещасних випадків в ліфтах. Однак у її статистику входять лише нещасні випадки 1 і 2 типу:

Перший тип аварій, смерть 5-и і більше пасажирів і 10-и і більше жертв;

Другий тип аварій – 5-и і більше людей загинули і 4-10 осіб отримали поранення.

Тобто ніякої статистики, де кількість постраждалих менше 4-х, не ведеться.

Проте статистика свідчить, що за 12 років у Луганській області загинуло 17 дорослих і 3 дітей. В Україні 98731 пасажирський ліфт. З них 48666 працюють понад 25 років, а 3172 стоять, оскільки вважаються небезпечними. І щороку додаються тисячі таких ліфтів. Застарілі ліфти потребують заміни чи модернізації, але у держави на це немає коштів. В цьому розділі було розглянуто принцип дії пасажирського ліфта, його основні частини, загальний стан пасажирських ліфтів в Україні, та загальну статистику аварій, яку веде «Національний департамент» [2].

РОЗДІЛ 2

ПОПЕРЕДНІЙ ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА

2.1 Основні поняття

Електропривод — це електромеханічна система для приведення в рух виконавчих механізмів робочих машин і керування цим рухом в цілях здійснення технологічного процесу.

Сучасний електропривод — це сукупність електромашин, апаратів і систем керування ними. Він є основним споживачем електричної енергії (до 60 %) і головним джерелом механічної енергії в промисловості.

Ліфт являє собою єдину електромеханічну систему, динамічні характеристики якої залежать як від параметрів механічної частини, так і від структури і параметрів електричної частини.

Ліфт повинен бути надійним в роботі, забезпечувати безпеку при користуванні пасажирями і тихходним (для ліфтів використовують спеціальні електродвигуни зі зниженим рівнем шуму), а також зручним і простим в експлуатації і обслуговуванні. Система електроприводу повинна обмежувати прискорення кабіни (за умовами комфортності для пасажирських ліфтів та відсутності прослизання каната щодо канатоведучого шківів для вантажних). Вона також повинна забезпечувати плавні перехідні процеси при пуску і гальмуванні в широких межах зміни моменту опору. Нагадаємо, що залежно швидкості, прискорення і ривка для кабіни ліфта побудовані з урахуванням обмеження прискорень і ривків на допустимому рівні. Для ліфтів з основною рейсовою швидкістю понад 0,71 м/с повинна бути передбачена ревізійна знижена швидкість; 0,36 м/с

Електропривод ліфта повинен забезпечувати точну зупинку кабіни щодо рівня поверхової площадки (10...20 мм для швидкісних і лікарняних ліфтів, 35...50 мм для інших). Для ліфтів з номінальною швидкістю кабіни не вище

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		11

1,4 м/с зазначені ревізійна швидкість і точність зупинки реалізуються створенням механічної характеристики електроприводу ліфта при зниженій швидкості.

Ліфтова лебідка повинна бути обладнана автоматично діючим гальмом.

Рух кабіни ліфта відбувається по оптимальному закону, якщо ліфт забезпечує максимальну продуктивність при дотриманні необхідних умов комфортності, мінімум початкових і експлуатаційних витрат і має обмежену по максимуму швидкість руху кабіни. В цьому випадку оптимальна діаграма руху кабіни має однакові за тривалістю інтервали пуску і уповільнення, протягом яких прискорення і ривок швидкості не перевищують максимально допустимих значень, і інтервал рівномірного руху, протягом якого швидкість руху кабіни не перевищує максимального значення.

При проектуванні електроприводу підйомних пристроїв важливим завданням є їх точна зупинка проти заданого рівня. Неточна зупинка пасажирських підйомників збільшує час входу і виходу пасажирів, вантажних - ускладнює, а в деяких випадках робить неможливою розвантаження кабіни. Якщо при ручному управлінні ліфтом і шахтними підйомниками кабіна при гальмуванні за тими чи інших причин не зупинилася проти заданого рівня, то її доведення може бути проведена оператором шляхом повторного включення двигуна.

В цьому випадку безпосередньо до системи електроприводу будь-яких спеціальних вимог щодо точної зупинки не пред'являється.

При автоматизації підйомної установки управління всіма елементами робочого процесу і, зокрема, процесом зупинки повністю здійснює електропривод. У зв'язку з цим до нього пред'являються жорсткі вимоги щодо точної зупинки, які в ряді випадків мають вирішальний вплив на вибір тієї чи іншої системи електроприводу.

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

2.2 Вихідні дані

Таблиця 1 – Параметри ліфту

Параметр	Позначення	Значення
Маса кабіни	m_k	1500 КГ
Номінальна вантажопідйомність ліфта	m_n	2000 КГ
Діаметр канатоведучого шківів	D	0,4 М
Задана швидкість при руху вперед	v_y	0,3 м/с ²
Задана швидкість при руху назад	v_y	0,4 м/с ²
Допустиме прискорення	a	0,5 м/с ²

Сформуємо вимоги до електроприводу:

- 1) режим роботи повторно-короткочасний;
- 2) реверсивність приводу;
- 3) плавність ходу;
- 4) точність зупинки ± 3 см;
- 5) надійність;
- 6) економічність;
- 7) діапазон регулювання 5:1.

Виходячи з вищевикладених вимог, вибираємо асинхронний двигун загальнопромислової серії, яким замінимо двошвидкісний асинхронний двигун ліфтової серії. Як пристрій управління асинхронний двигун використовуємо частотний перетворювач з векторним управлінням без зворотного зв'язку за швидкістю [3].

2.3 Визначення передавального числа і вибір редуктора

Передавальне число редуктора визначимо по відомій номінальній швидкості обертання вибраного електродвигуна і по основній швидкості робочого органу:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot D}{60}; \quad (1)$$
$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot 905}{60} = 94,7 \frac{1}{c}.$$

де $\frac{1}{c}$ – номінальна швидкість обертання двигуна;

D – діаметр колеса, що перетворює обертальний рух валу в поступальний,

v_0 – основна швидкість робочого органу м/с.

Відповідно до формули (1) маємо:

$$j_p = \frac{94,7 \cdot 0,4}{2 \cdot 0,4} = 47,3.$$

Виберемо редуктор, виходячи з того, що передавальне число повинне бути рівним або декілька меншим розрахованого, при цьому повинні бути враховані умови роботи механізму, номінальна потужність і швидкість двигуна.

Режим роботи редуктора в заданому механізмі є важким, тому приймаємо при виборі редуктора коефіцієнт умов роботи $k = 1,5$ для важкого режиму роботи. Тоді розрахункова потужність редуктора розраховується по формулі (2):

$$N_p = k \cdot N_M. \quad (2)$$

де N_M – найбільша потужність, передавана робочою машиною, Вт.

$$N_M = M_{\text{ромакс}} \cdot \frac{2 \cdot v_o}{D}; \quad (3)$$

$$\text{Тоді } N_M = 1664 \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{0,4} = 3328 \text{ Вт.}$$

Відповідно до формули (2):

$$N_p = 1,5 \cdot 3328 = 4992 \text{ Вт.}$$

По отриманій потужності вибираємо редуктор [4].

Вибраний редуктор: РЦД-260

Дані редуктора заносимо в табл.2.

Таблиця 2 – Характеристики редуктора РЦД-260

Параметри	$N, \text{кВ}$	η об/хв	j	η	$M, \text{Н} \cdot \text{м}$
Дані	16	3600	45	0,96	800

2.4 Розрахунок моментів статичних опорів та попередній розрахунок потужності електродвигуна

Момент сили тяжіння:

$$M_6 = \frac{m \cdot g \cdot D}{2} \quad (4)$$

де m – маса вантажу, що піднімається або опускається, кг;

D – діаметр канатоведучого шківa, що знаходиться на вихідному валу редуктора і перетворює обертання в поступальну ходу, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення сили тяжіння.

Прийmemo діаметр неодруженого ролика рівним діаметру канатоведучого шківa і рівного D .

Відповідно до формули (4):

при русі ліфта з вантажем:

$$M_{6p} = \frac{(m_k + m_r - m_n) \cdot D \cdot g}{2};$$

$$M_{6p} = \frac{(1500 + 900 - 2000) \cdot 0,4 \cdot 9,81}{2} = 784 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

при русі ліфта без вантажу:

$$M_{6p} = \frac{(m_n - m_k) \cdot d \cdot g}{2};$$

$$M_{6p} = \frac{(2000 - 1500) \cdot 0,4 \cdot 9,81}{2} = 980 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Не враховуючи сили тертя сумарний статичний момент робочого органу:

$$M_{\text{рост}} = M_6; \quad (5)$$

Час пуску t_n до сталої швидкості з допустимим прискоренням, гальмування t_T від сталої швидкості до зупинки:

$$t_n = t_m = \frac{v_y}{a}; \quad (6)$$

де v_y - задана швидкість руху м/с ; а - допустиме прискорення м/с²

Відповідно до формули (6) при русі вперед:

$$t_{np} = t_{mp} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6 \text{ с.}$$

При русі назад:

$$t_{nb} = t_{mb} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8 \text{ с.}$$

Шлях, прохідний робочою машиною за час пуску:

$$a_n = a_m = \frac{v_y^2}{2 \cdot a}; \quad (7)$$

Відповідно до формули (7) при русі вперед:

$$a_{np} = a_{mp} = \frac{0,3^2}{2 \cdot 0,5} = 0,09 \text{ м.}$$

При русі назад:

$$a_{nb} = a_{mb} = \frac{0,4^2}{2 \cdot 0,5} = 0,16 \text{ м.}$$

Час сталого режиму руху з швидкістю v_y :

$$t_y = \frac{a - (a_n + a_m)}{v_y} \quad (8)$$

де а - весь шлях, прохідний робочим органом, М .

Відповідно до формули (8) для руху вперед:

$$t_{\text{ур}} = \frac{h - (a_{\text{нр}} + a_{\text{мр}})}{v_y};$$

$$t_{\text{ур}} = \frac{5 - (0,09 + 0,09)}{3} = 16,1 \text{ с}$$

Для руху назад:

$$t_{\text{уб}} = \frac{h - (a_{\text{нв}} + a_{\text{в}})}{v_y};$$

$$t_{\text{уб}} = \frac{5 - (0,6 + 0,16)}{0,4} = 11,7 \text{ с}.$$

Для визначення динамічних моментів робочої машини розраховується момент інерції робочої машини:

$$J_{\text{ро}} = m_1 \cdot \frac{D^2}{4}; \quad (9)$$

де m_1 - маси поступально рухомих частин, кг;

D - діаметр колеса, м.

Відповідно до формули (9) для руху вперед:

$$J^P_{\text{ро}} = (m_k + m_r + m_n) \cdot \frac{D^2}{2};$$

$$J^P_{\text{ро}} = (1500 + 900 + 2000) \cdot \frac{0,4^2}{2} = 352 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

При русі назад:

$$J^P_{\text{ро}} = (m_k + m_n) \cdot \frac{D^2}{2};$$

$$J^P_{\text{ро}} = (1500 + 2000) \cdot \frac{0,4^2}{2} = 280 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Знаючи моменти інерції, можна визначити динамічні моменти, оскільки відоме допустиме прискорення при розгоні і гальмуванні:

$$M_{\text{родин}} = J_{\text{роі}} \cdot \frac{2 \cdot a}{D}; \quad (10)$$

Розгін і гальмування ліфта з вантажем:

$$M^p_{\text{родин}} = J^p_{\text{ро}} \cdot \frac{2 \cdot a}{D};$$
$$M^p_{\text{родин}} = 352 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,4} = 880 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розгін і гальмування ліфта без вантажу:

$$M^p_{\text{родин}} = J^p_{\text{ро}} \cdot \frac{2 \cdot a}{D};$$
$$M^p_{\text{родин}} = 280 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{0,4} = 700 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Повний момент робочої машини знаходиться по формулі:

$$M_{\text{ро}} = M_{\text{рост}} + M_{\text{родин}}; \quad (11)$$

Перша ділянка – розгін ліфта з вантажем:

$$M_{\text{ро1}} = M^p_{\text{рост}} + M^p_{\text{родин}};$$
$$M_{\text{ро1}} = 782 + 880 = 1664 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Друга ділянка – рівномірний рух ліфта з вантажем:

$$M_{\text{ро2}} = M^p_{\text{рост}} = 782 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Третя ділянка – гальмування ліфта з вантажем:

$$M_{\text{ро3}} = M^p_{\text{рост}} - M^p_{\text{родин}};$$
$$M_{\text{ро3}} = 782 - 880 = -96 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Четверта ділянка – час паузи:

$$M_{\text{ро4}} = 0;$$

П'ята ділянка – розгін ліфта без вантажу:

$$M_{\text{ро5}} = M^p_{\text{рост}} + M^p_{\text{родин}};$$
$$M_{\text{ро5}} = 980 + 700 = 1680 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Шоста ділянка – рівномірний рух ліфта без вантажу:

$$M_{\text{роб}} = M_{\text{рост}}^p = 980 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сьома ділянка – гальмування ліфта без вантажу:

$$\begin{aligned} M_{\text{ро7}} &= M_{\text{рост}}^p + M_{\text{родин}}^p; \\ M_{\text{ро7}} &= 980 - 700 = 280 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

По розрахованих значеннях моментів на кожній ділянці можна знайти середньоквадратичне значення моменту:

$$M_{\text{сркв}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m M_k^2 t_k}{\sum_{k=1}^m t_k}}; \quad (12)$$

де M_k - момент на К-м ділянці, Н·м;

t_k - тривалість К-го ділянки, с.

Набуваємо значення моменту:

$$M_{\text{сркв}} = \sqrt{\frac{1664^2 \cdot 0,6 + 784^2 \cdot 16,1 - 96^2 \cdot 0,6 + 1680^2 \cdot 0,8 + 980^2 \cdot 12,4 + 280^2 \cdot 0,8}{0,6 + 16,1 + 0,6 + 0,8 + 12,4 + 0,8}} = 905,97 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тоді потужність двигуна визначається по формулі:

$$P_{\text{ДВ}} = k_1 \cdot M_{\text{сркв}} \cdot \frac{2 \cdot v_u}{D} \cdot \sqrt{\frac{TB_{\Phi}}{TB_{\text{кат}}}}; \quad (13)$$

де $k_1 = 1,3 - 1,5$ - коефіцієнт, що враховує динамічні навантаження, обумовлені елементами електроприводу, що обертаються, тобто двигуном, редуктором, а також втрати в редукторі;

D – діаметр канатоведучого шківa, м;

v_0 - основна швидкість руху, м/с;

TB_{Φ} - фактичне значення відносної тривалості включення приводу;

$TB_{\text{кат}}$ - найближче до TB_{Φ} значення каталогу відносної тривалості включення для електродвигунів вибраної серії [4].

Фактичне значення TB розрахуємо, знаючи тривалість часу роботи t_k на всіх ділянках руху до заданого часу циклу:

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

$$t_{Ц} = \frac{3600}{z}; \quad (14)$$

де $z = 60$ – число циклів роботи машини в годині:

$$t_{Ц} = \frac{3600}{60} = 60 \text{ с.}$$

$$TV_{\phi} = \frac{1}{t_{ц}} \cdot \sum_{k=1}^m tk; \quad (15)$$

Відповідно до формули (15):

$$TV_{\phi} = \frac{1}{60} \cdot (0,6 + 16,1 + 0,6 + 0,8 + 12,4 + 0,8) \cdot 100\% = 51\%.$$

Для двигунів металургійної для крана серії ряд ТВ: 15, 25, 40, 60, 100%.

Вибираємо найближче менше ТВ, тобто $TV_{кат} = 60$.

Тоді потужність двигуна відповідно до формули (13):

$$P_{ДВ} = k_1 \cdot M_{срkv} \cdot \frac{2 \cdot v_o}{D} \cdot \sqrt{\frac{TV_{\phi}}{TV_{кат}}};$$

$$P_{ДВ} = 1,5 \cdot 905,97 \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{0,4} \cdot \sqrt{\frac{0,51}{0,6}} = 2,5 \text{ кВт.}$$

2.5 Вибір схеми підключення

Для повноцінної розробки ліфтової установки потрібно вибрати електродвигун, тому мною було вибрано два електродвигуна для подальшого їх порівняння.

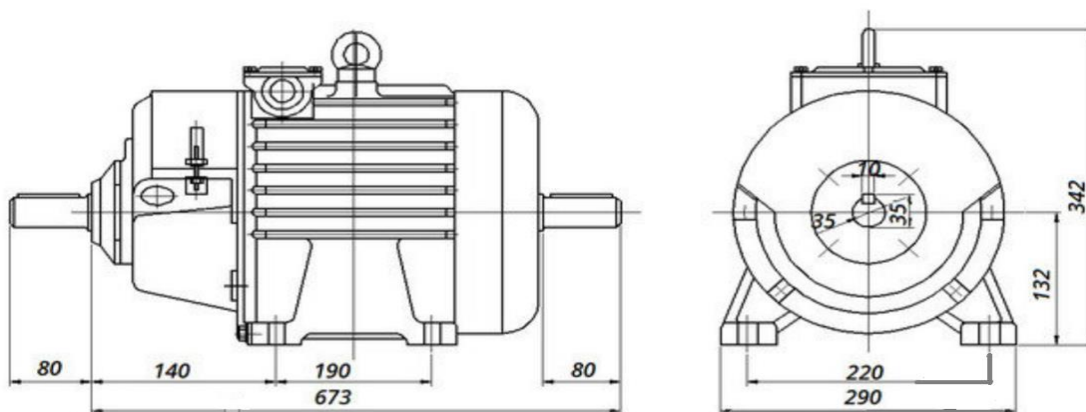


Рис. 3. Зображення електродвигуна

Перший двигун з фазним ротором

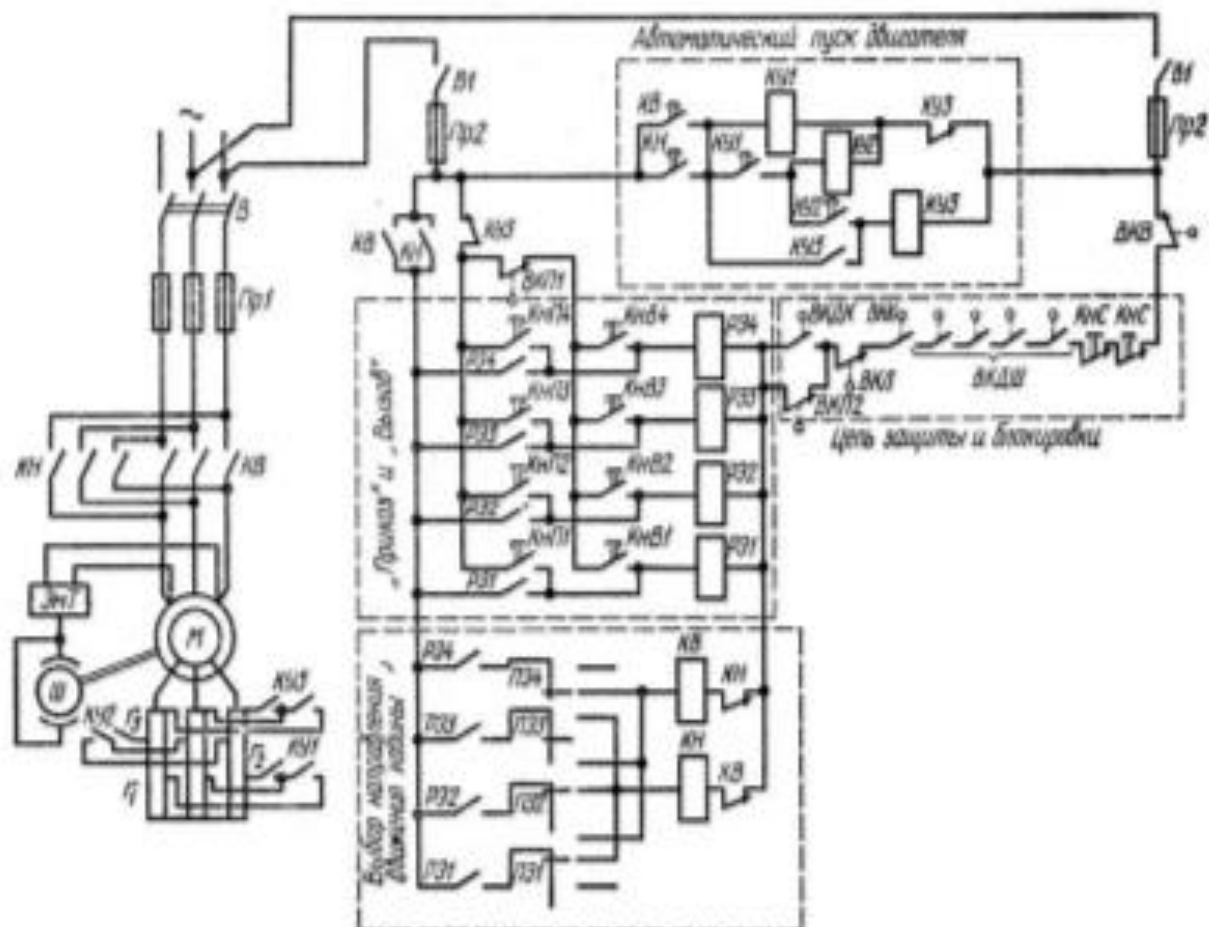


Рис. 4. Схема підключення двигуна з фазним ротором

Другий з короткозамкненим ротором

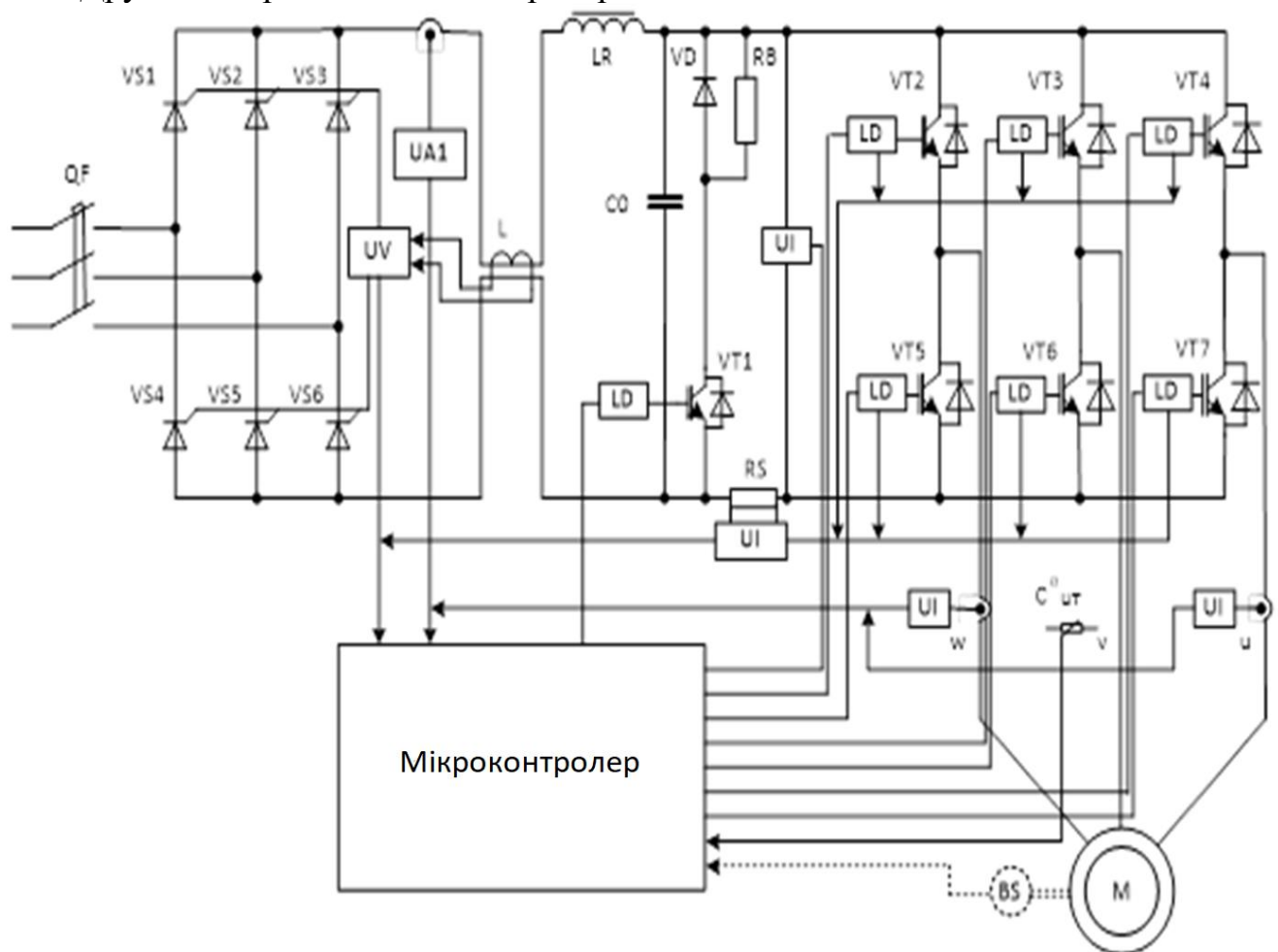


Рис. 5. Функціональна схема електроприводу ліфта типу ПЧ-АД

Двигун з фазним ротором має більш складну конструкцію, через що його вартість піднімається близько на 70% за короткозамкнений. Складніше і устаткування керування. Тому було вибрано двигун з короткозамкненим ротором [5].

Висновок: в цьому розділі розглянули основні поняття про електропривід пасажирського ліфта, визначено основні параметри кабіни пасажирського ліфта, опираючись на розрахунки в цьому розділі було вибрано електродвигун з короткозамкненим ротором на основі частотного перетворювача.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОД – РОБОЧА МАШИНА

3.1 Розрахунок приведених статичних моментів

Після вибору електродвигуна і редуктора, а також після розрахунку моментів опору можна привести статичні моменти системи до валу двигуна, скориставшись формулою (16).

$$M_{pc} = \frac{M_{рост}}{j_p}; \quad (16)$$

де $M_{рост}$ - статичний момент робочої машини, Н·м;

j_p - передавальне відношення вибраного редуктора.

При русі з вантажем;

$$M_{pc}^p = \frac{M_{рост}^p}{j_p};$$
$$M_{pc}^p = \frac{784}{45} = 17,42 \text{ м.}$$

При русі без вантажу;

$$M_{pc}^p = \frac{M_{рост}^B}{j_p};$$
$$M_{pc}^p = \frac{980}{45} = 21, \text{м.}$$

Результати розрахунку занесені в табл.3. для кожної ділянки.

Тоді статичний момент на валу двигуна:

$$M_{BC} = \frac{M_{pc}}{\eta_p}; \quad (17)$$

де η_p - коефіцієнт корисної дії вибраного редуктора.

При русі з вантажем для рухового режиму;

$$M_{д BC}^p = \frac{M_{pc}^p}{\eta p};$$

$$M_{д BC}^p = \frac{17,4}{0,96} = 18,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При русі без вантажу для рухового режиму;

$$M_{д BC}^p = \frac{M_{pc}^B}{\eta p};$$

$$M_{д BC}^p = \frac{21,7}{0,96} = 22,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

У гальмівних режимах момент розраховується по формулі:

$$M_{BC} = M_{PC} \cdot \eta p \quad (18)$$

Це пов'язано з тим, що енергія поступає з валу двигуна і, за вирахуванням втрат в передачі, поступає на двигун.

При русі з вантажем для гальмівного режиму:

$$M_{m BC}^p = M_{PC}^p \cdot \eta p;$$

$$M_{m BC}^p = 17,4 \cdot 0,96 = 16,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При русі без вантажу для гальмівного режиму:

$$M_{m BC}^B = M_{PC}^B \cdot \eta p;$$

$$M_{m BC}^B = 21,7 \cdot 0,96 = 20,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Приведені статичні моменти системи електропривод – робоча машина розраховують для кожної ділянки з урахуванням режиму роботи приводу:

$$M_C = M_{BC} + M_{XX}. \quad (19)$$

де M_{XX} - момент втрат холостого ходу двигуна, Н·м.

Приймаємо M_{XX} рівним 5% від номінального:

$$M_{XX} = \frac{P_H}{n_H} \cdot 9,55 \cdot 0,05;$$

$$M_{XX} = \frac{3500}{905} \cdot 9,55 \cdot 0,05 = 1,84 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Руховий режим при русі з вантажем:

$$M_{дC}^P = M_{дBC}^P + M_{xx};$$
$$M_{дC}^P = 16,7 + 1,84 = 19,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

при русі без вантажу

$$M_{дC}^B = M_{дBC}^B + M_{xx};$$
$$M_{дC}^B = 20,9 + 1,84 = 24,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Гальмівний режим при русі з вантажем:

$$M_m^P = M_m^P - M_{xx};$$
$$M_m^P = 16,7 - 1,84 = 16,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

при русі без вантажу:

$$M_m^B = M_m^B - M_{xx};$$
$$M_m^B = 20,9 - 1,84 = 20,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.2 Розрахунок приведених моментів інерції і коефіцієнтів жорсткості

Необхідно привести моменти інерції всієї системи до валу двигуна для того, щоб замінити систему на еквівалентну.

Сумарний приведений момент інерції:

$$J = \delta \cdot J_{д} + J_{ПР}. \quad (20)$$

де $J_{ПР}$ - приведений до валу двигуна момент інерції поступально і обертальний рухомих частин системи, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$J_{д}$ - момент інерції ротора вибраного двигуна, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

δ - коефіцієнт, що враховує момент інерції решти моментів електроприводу: гальмівного шків, муфт, редуктора, і так далі ($\delta = 1,3 \dots 1,5$).

Приведений момент інерції робочої машини до валу двигуна:

$$J_{ПР} = \frac{J_{РО}}{j_P^2}; \quad (21)$$

Знайдемо приведенний сумарний момент інерції:

$$J \cdot \frac{\omega_C^2}{2} = J_{ДВ} \cdot \frac{\omega_C^2}{2} + J_{ТШ} \cdot \frac{\omega_C^2}{2} + J_1 \cdot \frac{\omega_C^2}{2} + J_2 \cdot \frac{\omega_2^2}{2} + J_3 \cdot \frac{\omega_3^2}{2} + J_M \cdot \frac{\omega_3^2}{2} + m_1 \cdot \frac{V^2}{2};$$

J_1, J_2, J_3 – моменти інерції відповідних зубчатих коліс редуктора, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$J_{ТШ}$ – момент інерції гальмівного шківів, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

J_M – момент інерції сполучної муфти, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

Маємо:

$$J = J_{ДВ} + J_{ТШ} + J_1 + J_2 \cdot \frac{\omega_2^2}{\omega_c^2} + J_3 \cdot \frac{\omega_3^2}{\omega_c^2} + J_M \cdot \frac{\omega_3^2}{\omega_c^2} + m_1 \cdot \frac{V^2}{\omega_c^2};$$

У даній формулі приймаємо:

$$\delta \cdot J_{ДВ} = J_{ДВ} + J_{ТШ} + J_1 + J_2 \cdot \frac{\omega_2^2}{\omega_c^2} + J_3 \cdot \frac{\omega_3^2}{\omega_c^2} + J_M \cdot \frac{\omega_3^2}{\omega_c^2} + m_1 \cdot \frac{V^2}{\omega_c^2}; \quad (22)$$

Тоді:

$$J = 1.5 \cdot J_{ДВ} + m_1 \cdot \frac{V^2}{\omega_c^2}; \quad (23)$$

де ω_c – стала швидкість двигуна $\frac{1}{c}$;

Сталу швидкість двигуна знаходимо по формулі:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot v_0}{D} \cdot j_p; \quad (24)$$

Приведений момент інерції:

при русі з вантажем:

$$J_p = 1.5 \cdot J_{ДВ} + m_1 \frac{v_0^2}{\omega_c^2};$$

$$J_p = 0,148 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

при русі без вантажу:

$$J_B = 1,5 \cdot J_{ДВ} + m_1 \frac{v_0^2}{w_c^2};$$

$$J_B = 0,133 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Розрахуємо пускові і гальмівні моменти двигуна, які потрібні для розгону і гальмування приводу [6].

Пусковий момент:

$$M_{\Pi} = M_C + M_{\text{дин}}; \quad (25)$$

де M_C - статичний момент опору руху, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

$M_{\text{дин}}$ - динамічний момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Динамічний момент розраховуємо по формулі (23):

$$M_{\text{дин}} = J \cdot \frac{2 \cdot a \cdot j_p}{D}; \quad (26)$$

де a - допустиме прискорення при пуску і гальмуванні $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;

D – діаметр шестерні, що перетворює обертання в поступальну ходу;

J – приведений момент інерції приводу, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Динамічний момент:

при русі з вантажем:

$$M^P_{\text{дин}} = J_p \cdot \frac{2 \cdot a \cdot j}{D} = 16,594 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

при русі без вантажу:

$$M^B_{\text{дин}} = J_B \cdot \frac{2 \cdot a \cdot j}{D} = 14,927 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пусковий момент:

при русі з вантажем:

$$M^P_{\Pi \text{ дин}} = M^P_{\text{дс}} + M^P_{\text{дин}} = 36,58 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

при русі без вантажу:

$$M^B_{\Pi \text{ дин}} = M^B_{\text{дс}} + M^B_{\text{дин}} = 96,45 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Гальмівний момент:

$$|M_T| = |M_{\text{ДИН}}| - M_C; \quad (27)$$

при русі з вантажем:

$$M_T^P = M_{\text{ДИН}}^P - M_{\text{мс}}^P = 0,292 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

при русі без вантажу:

$$M_T^B = M_{\text{ДИН}}^B - M_{\text{мс}}^B = 5,911 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Ні на одній ділянці момент при гальмуванні або розгоні не опинився вищим за максимальний момент двигуна. Середній момент двигуна приймаємо рівним моменту, допустимому по прискоренню, оскільки живлення отримуємо від перетворювача із датчиком інтенсивності [7]:

Пуск:

$$M_{\text{СР}} = M_{\text{П}};$$

Гальмування:

$$M_{\text{СР}} = M_{\text{Г}};$$

Визначимо приведену до валу двигуна жорсткість пружного механічного зв'язку $C_{\text{ПР}}$ через значення лінійної жорсткості:

$$C_{\text{ПР}} = \frac{C_{\text{Л}} \cdot D}{4 \cdot j_p^2}; \quad (28)$$
$$C_{\text{ПР}} = \frac{25 \cdot 10^6 \cdot 0,4^2}{2 \cdot 45^2} 988 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{рад}}$$

Висновок: в розділі розглянуті статичні моменти, інерція, коефіцієнт жорсткості згідно з розрахунками ні на одній ділянці момент при гальмуванні або розгоні не опинився вищим за максимальний момент двигуна.

РОЗДІЛ 4

ПОПЕРЕДНЯ ПЕРЕВІРКА ДВИГУНА ПО НАГРІВУ І ПРОДУКТИВНІСТІ

Метою попередньої перевірки двигуна є уточнення діаграм навантажень моменту, а також діаграми швидкості з урахуванням моменту інерції вибраного двигуна.

Розрахуємо часи перехідних процесів для кожної ділянки по формулі (29):

$$t_i = J \cdot \frac{\omega \cdot c}{M_{CP} - M_C}; \quad (29)$$

де J – приведений момент інерції системи до валу двигуна, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

ω_C - стала швидкість двигуна;

M_{CP} - середній момент двигуна, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

M_C - приведений статичний момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$.

Перша ділянка – розгін з вантажем:

$$t_1 = J_p \cdot \frac{\omega^p \cdot c}{M_{CP}^p - M_{dC}^p} = J_p \cdot \frac{\frac{2 \cdot v_p}{D} \cdot j_p}{M_{CP}^p - M_{dC}^p};$$

$$t_1 = 0,154 \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,3}{39,3 - 22} \cdot 45}{0,4} = 0,6 \text{ с.}$$

Третя ділянка – гальмування з вантажем:

$$t_3 = J_p \cdot \frac{\omega^p \cdot c}{M_{mCP}^p - M_{mC}^p} = J_p \cdot \frac{\frac{2 \cdot v_p}{D} \cdot j_p}{M_{mCP}^p - M_{mC}^p};$$

$$t_3 = 0,154 \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,3}{-1,5 + 18,8} \cdot 45}{0,4} = 0,6 \text{ с.}$$

П'ята ділянка – розгін без вантажу:

$$t_5 = J_B \cdot \frac{\omega^B \cdot c}{M_{д\text{CP}}^B - M_{д\text{C}}^B} = J_B \cdot \frac{\frac{2 \cdot v_B}{D} \cdot j_p}{M_{д\text{CP}}^B - M_{д\text{C}}^B};$$

$$t_5 = 0,139 \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,3}{0,4} \cdot 45}{30,8 - 15,2} = 0,8 \text{ с.}$$

Сьома ділянка – гальмування без вантажу:

$$t_7 = J_B \cdot \frac{\omega^B \cdot c}{M_{m\text{CP}}^B + M_{m\text{C}}^p} = J_B \cdot \frac{\frac{2 \cdot v_B}{D} \cdot j_p}{M_{m\text{CP}}^B + M_{m\text{C}}^B};$$

$$t_7 = 0,139 \cdot \frac{\frac{2 \cdot 0,4}{0,4} \cdot 45}{3,6 + 12} = 0,8 \text{ с.}$$

Кут повороту валу двигуна за час перехідного процесу:

$$a_i = \frac{\omega \cdot c \cdot t_i}{2} \quad (30)$$

Кут повороту валу:

за 1-ий і 3-ий ділянки:

$$a_{1,3} = \frac{\omega^p c \cdot (t_1 + t_a)}{2};$$

$$a_{1,3} = \frac{67,5 \cdot (0,6 + 0,6)}{2} = 40,5 \text{ рад.}$$

за 5-ий і 7-ий ділянки:

$$a_{5,7} = \frac{\omega^c c \cdot (t_5 + t_7)}{2};$$

$$a_{5,7} = \frac{90 \cdot (0,8 + 0,8)}{2} = 72 \text{ рад}$$

.

Час роботи із сталою швидкістю:

$$t_y = \frac{a_{\Sigma} - (a_{II} + a_T)}{\omega_c}; \quad (31)$$

де α_{Σ} - кут повороту валу двигуна, відповідний величині переміщення в даному режимі, радий;

α_{II}, α_T - кут повороту валу за час пуску і гальмування, радий.

Кут повороту валу двигуна, відповідний величині переміщення в даному режимі:

$$a_{\Sigma} = 2 \cdot h \cdot \frac{j_p}{D}; \quad (32)$$

Відповідно до формули (33):

$$a_{\Sigma} = 2 \cdot h \cdot \frac{j_p}{D};$$

$$a_{\Sigma} = 2 \cdot 5 \cdot \frac{45}{0,4} = 1125 \text{ рад.}$$

Відповідно до формули (34):

$$t^p_y = \frac{a_{\Sigma} - a_{1,3}}{\omega^p_c};$$

$$t^p_y = \frac{1125 - 40,5}{67,5} = 16,1 \text{ с.}$$

$$t^e_y = \frac{a_{\Sigma} - a_{5,7}}{\omega^e_c};$$

$$t^e_y = \frac{1125 - 72}{90} = 11,7 \text{ с.}$$

Сумарний фактичний час роботи приводу:

$$t_{\Phi} = 0,6 + 16,1 + 0,6 + 0,8 + 11,7 + 0,8 = 30,6 \text{ с.}$$

Отриманий час менше заданого часу роботи приводу, тобто вимога по продуктивності виконана.

Попередня перевірка двигуна по нагріву проводиться по величині середньоквадратичного моменту:

$$M_{\text{срkv}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}} \leq M_{\text{доп}}; \quad (33)$$

де момент, що допускається: $M_{\text{доп}} = M_{\text{кат}} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_{\text{кат}}}{ПВ_{\text{ф}}}}$;

Фактичне значення ПВ: $ПВ_{\text{ф}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\%$;

$$M_{\text{срkv}} = \sqrt{\frac{36,5^2 \cdot 0,6 + 19,99^2 \cdot 16,1 + 0,29^2 \cdot 0,6 + 39,45^2 \cdot 0,8 + 24,53^2 \cdot 11,7 + 5,91^2 \cdot 0,8}{0,6 + 16,1 + 0,6 + 0,8 + 11,7 + 0,8}} = 22,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Фактичне ПВ:

$$ПВ_{\text{ф}} = \frac{0,6 + 16,1 + 0,6 + 0,8 + 11,7 + 0,8}{60} \cdot 100\% = 51\%.$$

Момент двигуна при $ПВ_{\text{КАТ}}$, найближчому до $ПВ_{\text{ф}}$:

$$M_{\text{кап}} = \frac{P_H}{0,105 \cdot \eta_H};$$

$$M_{\text{кап}} = \frac{3500}{0,105 \cdot 905} = 36,83 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент, що допускається:

$$M_{\text{доп}} = M_{\text{кап}} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_{\text{КАТ}}}{ПВ_{\text{ф}}}};$$

$$M_{\text{доп}} = 36,83 \cdot \sqrt{\frac{60}{51}} = 39,95 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Середньоквадратичний момент менше допустимого ($19,9 \text{ Н} \cdot \text{м} < 40,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$)
отже двигун проходить по нагріву [8].

Таблиця 3 – Попередній розрахунок діаграм навантажень

Ділянка руху	Рух з вантажем			Рух без вантажу		
	Пуск	В уст. режим	Гальмування	Пуск	В уст. режим	Гальмування
t, c	0,6	16,1	0,6	0,8	11,7	0,8
α, m	0,09	4,82	0,09	0,16	4,68	0,16
$v, m/c$	-----	0,3	-----	-----	0,4	-----
$M_{рост}, H \cdot m$	784	784	784	980	980	980
$J_{рост} кг \cdot m^2$	352	352	352	280	280	280
$M_{родин} H \cdot m$	880	0	880	700	0	700
$M_{ро} H \cdot m$	1664	782	-96	1680	980	280
$M_{рс} H \cdot m$	17,42	17,42	17,42	21,7	21,7	21,7
$M_{вс} H \cdot m$	18,1	16,7	24,5	22,6	20,9	19,9
$M_c H \cdot m$	19,9	22	16,3	24,5	15,2	20,8
$\omega_c рад/c$	67,5	67,5	67,5	90	90	90
$J_{пр} кг \cdot m^2$	0.16	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13
$J кг \cdot m^2$	0,148	0,148	0,148	0,133	0,133	0,133
$M_{дин} H \cdot m$	16,5	0	16,5	14,9	0	14,9
$M_{доп.уск} H \cdot m$	36,5	24,5	0,292	96,58	19,9	-5.9

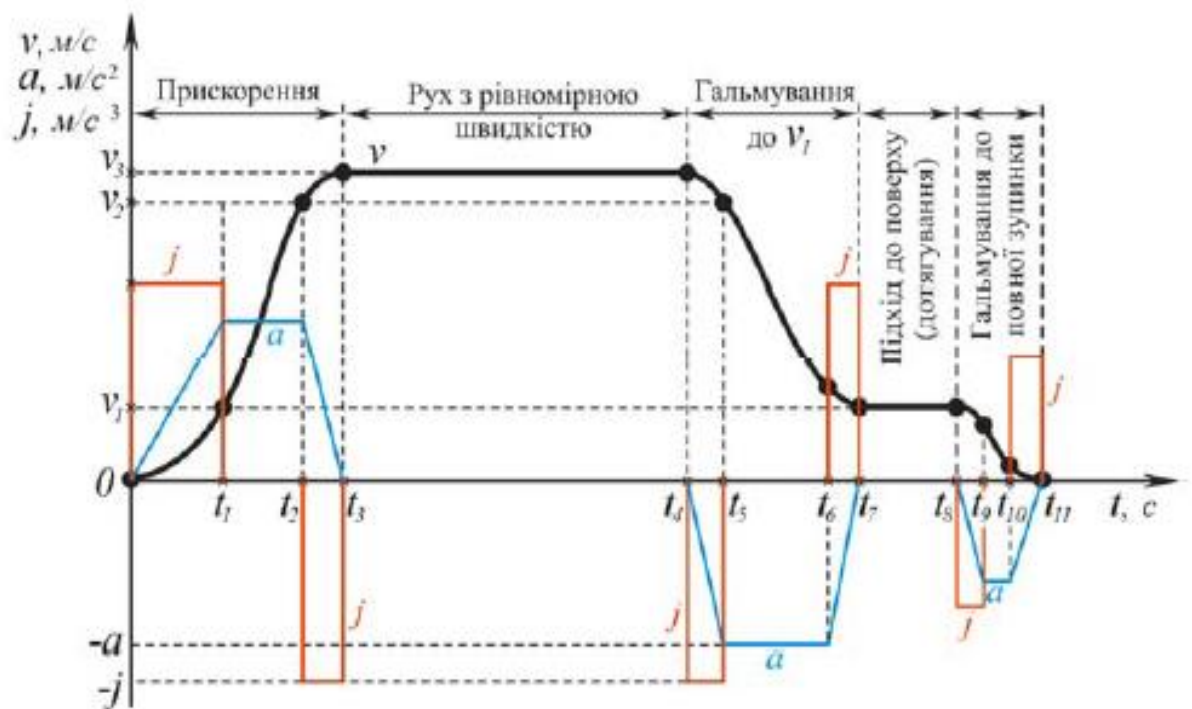


Рис. 6. Оптимальна діаграма руху кабіни ліфта

Висновок: розділ присвячений перевірці двигуна по нагріву. Метою попередньої перевірки двигуна є уточнення діаграм навантажень моменту, а також діаграми швидкості з урахуванням моменту інерції вибраного двигуна.

РОЗДІЛ 5

АВТОМАТИЗАЦІЯ

5.1 Алгоритм програми ліфтової установки

Алгоритм управління реалізує роботу ліфта в різних режимах. Алгоритм системи керування складається з основного програмного алгоритму та алгоритму додаткової програми. Алгоритм починається з включення ліфта в роботу, а потім запускається безперервний контроль ланцюга безпеки. Якщо ланцюг відкритий, ліфт аварійно зупиниться [9].

5.2 Система керування електроприводом

Система керування ліфтом поділяється на наступні типи за пасажиропотоком, висотою ліфта та кількістю ліфтів. Система управління єдиним ліфтом:

1. Система одноразового замовлення і виклику, яка не супроводжує зупинку при пуску, коли є позиція в салоні, і використовується для посадки пасажирів;
2. Команда під час пуску, яка працює з пасажиром, яким заборонено дзвонити під час зльоту;
3. Об'єднайтеся під час спадання, не обмежуючи час виклику, тобто від реєстру цього виклику до низхідного в будь-який момент, а потім виконайте негайно після цього;
4. Бригада при пуску, тобто за допомогою кнопки виклику на робочому місці, незалежно від кількості встановлених ліфтів, найчастіше використовуються два ліфти;
5. Черговий протягом усієї подорожі, середній поверх у будь-який час піднімається та опускається, використовується для адміністративних, навчальних будівель та дизайнерських блоків.

В залежності від кількості поверхів у будівлі і прийнятого за норму допустимого часу очікування, розрахункові швидкості руху кабіни пасажирських ліфтів назначаються в межах від 0,5 м/с до 5,6 м/с, а у виняткових випадках в дуже високих будівлях до 9 м/с. Швидкості руху кабіни менше 2 м/с здійснюються електроприводами змінного струму, а 2 м/с і більше –

електроприводами постійного струму (по системі Г-Д чи на тиристорах). Тому з точки зору величини швидкості і типу електроприводу пасажирські ліфти поділяють на одношвидкісні з швидкістю кабіни до 0,71 м/с, двошвидкісні – до 1,4 м/с і швидкісні – 2 м/с і більше з приводами постійного струму [10].

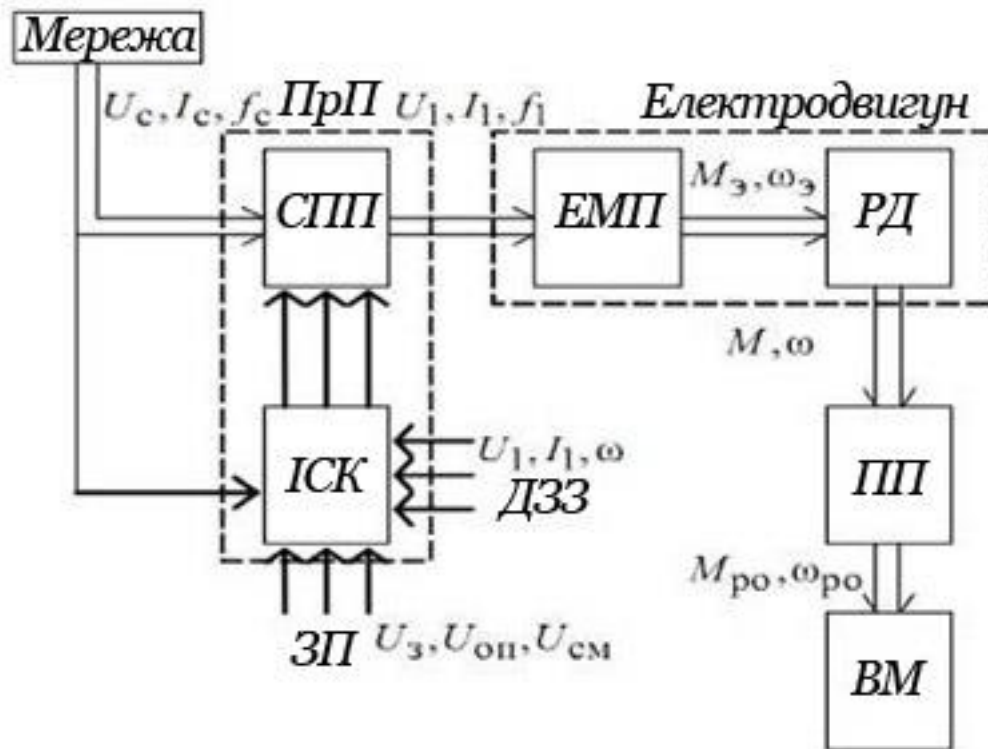


Рис. 7. - Функціональна схема автоматизованого електроприводу

Система керування електроприводом — це група контрольно-інформаційних систем, що використовуються для керування електроприводом для забезпечення заданого руху корпусу виконавчого механізму.

В принципі, система управління відрізняється рівнем основних функцій, які вона виконує:

- Запуск, реверс, гальмування та підтримка кутової швидкості з низькою точністю в статичних і динамічних умовах. Ця функція виконується системою керування розімкнутим релейним контактором, що працює від постійного та змінного струму;

- Підтримуйте швидкість з високою точністю в статиці та формуйте необхідні перехідні процеси. Цю функцію виконує система «перетворювач-двигун» з різним зворотним зв'язком, таким як швидкість, струм двигуна, напруга перетворювача;

- Відстеження впливу будь-яких довільних змін у введених даних. Цю функцію виконує система стеження;

- планувати. Цю функцію виконує програмна система управління;

- Виберіть оптимальний режим роботи. Цю функцію виконує адаптивна система управління - автоматично змінює структуру або параметри системи управління, наприклад, для розробки найкращого режиму роботи. Вибір системи управління залежить від технічного процесу та техніко-економічного обґрунтування. У даній роботі система управління виконана за допомогою нейронних мереж.

Вибір системи управління визначається як технологічним процесом, так і з техніко-економічних обґрунтувань.

5.3 Розробка структури САК

Для електроприводу ліфта ми обрали систему регулювання швидкості, яка часто запускається, гальмує і дає задній хід, забезпечує високу швидкість і досить високі статичні показники у вигляді однозонної системи автоматичного регулювання швидкості з підпорядкованим ланцюгом струму. Існування внутрішньої веденої схеми необхідно для підвищення якості перехідних процесів і зменшення динамічної помилки.

Система автоматичного керування включає зворотний зв'язок швидкості, що реалізується тахогенератором, і зворотний зв'язок по струму, реалізований датчиком струму якоря.

На вході системи автоматичного керування для обмеження прискорення та ривка встановлюється задатчик інтенсивності і аперіодична ланка [11].

Коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості:

$$K_{\text{ош}} = \frac{U_{\text{зс}}}{\omega_{\text{н}}};$$

$$K_{\text{ош}} = \frac{5}{86,4} = 0,058. \quad (34)$$

Коефіцієнт зворотного зв'язку по струму:

$$K_{\text{от}} = \frac{U_{\text{зс}}}{I_{\text{н}}};$$

$$K_{\text{от}} = \frac{5}{134} = 0,037. \quad (35)$$

Постійна часу тиристорного перетворювача:

$$T_{\text{ТП}} = \frac{1}{p \cdot fc};$$

$$T_{\text{ТП}} = \frac{1}{6 \cdot 50} = 3,33 \text{ м/с}. \quad (36)$$

ЕРС перетворювача:

$$E_{d0} = 2,34 \cdot U_{2\cdot\phi};$$

$$E_{d0} = 2,34 \cdot \frac{205}{\sqrt{3}} = 277 \text{ В}. \quad (37)$$

Коефіцієнт передачі тиристорного перетворювача:

$$K_{\text{ТП}} = \frac{E_{d0}}{U_y};$$

$$K_{\text{ТП}} = \frac{277}{5} = 55,4. \quad (38)$$

5.4 Синтез системи автоматичного регулювання і вибір елементів контурів регулювання

Синтезуємо регулятор струму по структурній схемі контуру струму, представлений на рис.8.

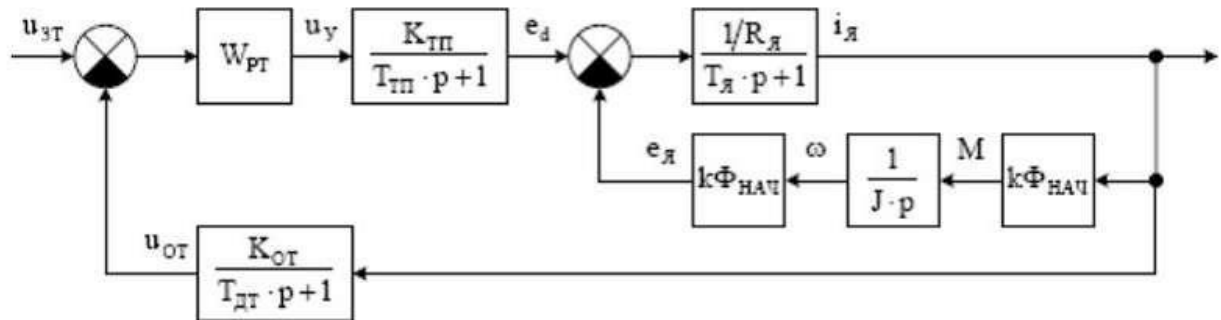


Рис. 8. - Структурна схема контуру струму якоря

Мала постійна часу контуру струму:

$$T_{\mu} = T_{\text{ТП}} = 3,33 \text{ м/с.} \quad (39)$$

$$W_{\text{PT}}(p) = K_{pm} \frac{(T_{pm} \cdot p + 1)^2}{T_{pm} \cdot p};$$

$$T_{\text{Д}} = \sqrt{T_{\text{М}} \cdot T_{\text{Я}}};$$

$$T_{\text{Д}} = \sqrt{22 \cdot 45,7} = 31,7 \text{ м/с.} \quad (40)$$

$$K_{\text{РТ}} = \frac{R_{\text{Я}} \cdot T_{\text{Д}}}{K_{\text{ТП}} \cdot K_{\text{ОТ}} \cdot T_{\text{М}} \cdot 2T_{\mu}};$$

$$K_{\text{РТ}} = \frac{0,128 \cdot 31,7 \cdot 10^{-3}}{55,4 \cdot 0,037 \cdot 22 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,33 \cdot 10^{-3}} = 13,5.$$

Налаштування контуру швидкості на технічний оптимум [12].

Для синтезу зовнішнього контуру швидкості контур струму замінюється еквівалентною аперіодичною ланкою:

$$\Phi_{I(p)} \approx \frac{1 / K_{\text{ОТ}}}{2T_{\mu} \cdot p + 1}; \quad (41)$$

З урахуванням заміни контуру струму якоря еквівалентною ланкою, структурна схема контуру швидкості при двоконтурному якірному каналі системи

керування.

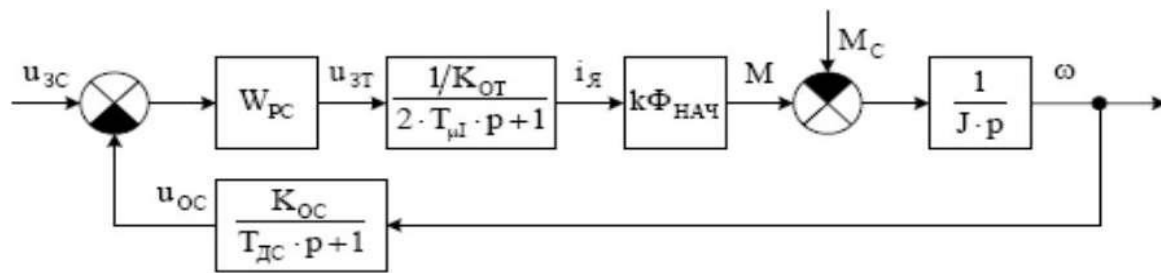


Рис. 9. Структурна схема контуру швидкості двухконтурної по якірному каналу системи керування.

Для налаштування на технічний оптимум потрібен П - регулятор:

$$W_{pc(p)} = K_{pc} = \frac{K_{OT} \cdot J}{K_{OC} \cdot 2 \cdot (K\Phi_H) \cdot 2T_{\mu\omega}};$$

$$W_{pc(p)} = \frac{0,037 \cdot 4,02}{0,058 \cdot 2 \cdot 3,42 \cdot 6,66 \cdot 10^{-3}} = 28,1.$$

$$T_{\mu\omega} = 2T_{\mu} = 2 \cdot 3,33 = 6,66 \text{ м/с}; \quad (42)$$

Вибір елементів схем регуляторів струму і швидкості

$$R_2 C_1 = R_4 \cdot C_2 = T_{pm} = 31,7 \text{ м/с}; \quad (43)$$

Тоді:

$$R_2 = R_4 = \frac{T_{pm}}{C_1} = 31,7 \text{ м/с}; \quad (44)$$

Приймаємо;

$$R_1 = R_3 = \frac{R_2}{K_{pm} \cdot T_{pm}};$$

$$R_1 = R_3 = \frac{30}{13,5 \cdot 31,7 \cdot 10^{-3}} = 45,86 \text{ кОм}. \quad (45)$$

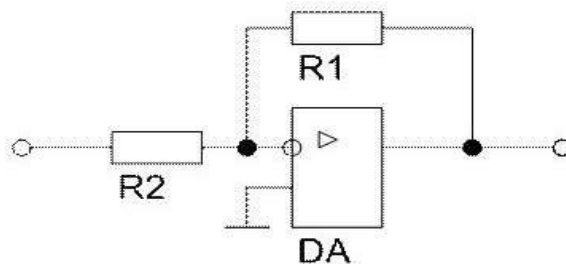


Рис. 10. - Електрична схема регулятора швидкості

Приймаємо $R_2 = 10 \text{ кОм}$. Тоді:

$$R_1 = R_2 \cdot K_{\text{рш}};$$

$$R_1 = 10 \cdot 10^3 \cdot 28,1 = 281 \text{ кОм.} \quad (46)$$

Нейронні мережі можуть виконувати різні функції: керування динамічними об'єктами, діагностику обладнання, прогнозування умов виробництва, моніторинг технологічних процесів. При використанні нейронних мереж можна виконувати паралельну обробку інформації на всіх рівнях, що значно прискорює процес обробки інформації. Характеристикою нейронної мережі є здатність до навчання та узагальнення накопичених знань. Мережа, навчена на обмеженому наборі даних, може далі узагальнювати та обробляти дані, не використані при навчанні.

5.5 Синтез і розрахунок вузлів обмежень і захистів

У синтезі системи автоматичного керування ми спираємося на схему електроприводу КТЕ. В якості системи захисту візьмемо за приклад блок захисту цього електропривода. Система захисту і сигналізації передбачає наступні види захисту:

- Запобігайте внутрішньому короткому замиканню при виході з ладу тиристора, блокуючи керуючий імпульс на робочий сигнал герконового датчика на стороні змінного струму та датчиків на стороні змінного струму і відключення автоматичних вимикачів.
- При перевищенні миттєвого значення струму захист здійснюється за допомогою електронного струмового захисту разом з вимикачем.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат

0024.ДМР21.05.ПЗ

Лист
41

Електронний струмовий захист забезпечує достатню швидкість для переміщення керуючого імпульсу силового тиристора в зворотну зону і подальшого блокування. Сигнал захисту струму надходить від герконового вимикача та напівпровідникового датчика. Коли робоча напруга головного ланцюга і датчик струму S402 А (А22) відключені, геркон повинен бути встановлений спочатку на стороні постійного струму, а потім на стороні змінного струму. Захист від аномального режиму в мережі, який вам необхідний, реалізований на блоці ключа № 501 В. При ненормальному режимі мережі, необхідній самому собі, наприклад, якщо потрібну напругу знизити більш ніж на 15% від номіналу, фаза обривається, і подається сигнал з виходу блоку № 501 В. на вхід накопичувального елемента № 617. Вплив формування загальних тривог при відключенні приводів КТЕ.

- Захист при перекиданні і прориві інвертора.
- Захист при появі зрівняльних струмів.
- Захист при несправності джерела стабілізованої напруги
- Захист при аварійному перевантаженні тиристорів по середньоквадратичному струму. Для даного захисту використовується сигнал з датчика струму S402А. Захист зібраний на осередку захисту від перевантаження № 314. При досягненні струмом КТЕ значення $1,5 I_n$ з витримкою часу відбувається аварійне відключення КТЕ по каналу середньоквадратичного струмового перевантаження тиристорів.

- Для даного захисту використовується сигнал з датчика струму S402А. Захист зібраний на осередку захисту від перевантаження № 314.

При досягненні струмом КТЕ значення $1,5 I_n$ з витримкою часу відбувається аварійне відключення КТЕ.

- Захист при перевищенні або при зниженні нижче допустимого рівня струму збудження електродвигуна. Він зібраний на порогових пристроях №501В. №311. Уставки спрацьовування захистів регулюються змінними резисторами R24.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат

0024.ДМР21.05.ПЗ

Лист
42

R32 осередків №501В і №311 відповідно, таким чином. щоб спрацьовування захисту відбувалося при перевищенні струму збудження вище $1,25 I_n$ і при зниженні струму збудження нижче $0,7 I_n$

- Захист при зниженні нижче допустимого рівня або зникнення струму обмотки збудження тахогенератора. У систему захисту і сигналізації надходять дискретні сигнали про неприпустиме зниження струму збудження тахогенератора з системи допоміжних пристроїв про несправності джерела стабілізованої напруги ± 12.6

- Захист при неприпустимому перевищенні напруги на якорі двигуна.
- Захист, коли швидкість двигуна перевищує допустиму. Сигнал, що перевищує допустиму швидкість двигуна, надходить на вхід блоку №617. Генерується загальна тривога, яка впливає на відключення КТЕ.

- Захист при виході з ладу запобіжника системи захисту від перенапруги і зникненні напруги в ланцюзі живлення. Запобігайте перевантаженню двигуна понад встановлене значення протягом певного часу 20 секунд (час зупинки, коли струм двигуна не допускається).

- Цей захист зібрано в блоці №314. Час перебування двигуна під струмом регулюється змінним резистором і встановлюється на (35 ± 10) с. Захист силового трансформатора або реактора відтоків короткого замикання [13].

5.6 Розрахунок часо-струмового захисту

Розрахунок часо-струмового захисту спрощується до розрахунку та вибору компонентів інтегратора А8 (R, C). Суть розрахунку полягає у визначенні часу збільшення вихідного сигналу інтегратора до вимкнення порогового пристрою КТЕ. Рекомендований час спрацьовування захисту при струмі $1,75 I_n$ становить (70 ± 10) с. Прийmemo, що при струмі, що дорівнює $1,75 I_n$ вхідна напруга інтегратора дорівнює 5 В, а напруга спрацьовування порогового пристрою дорівнює 10 В. Тоді постійна часу інтегратора буде дорівнювати:

$$U_{вих} = \frac{U_{вх}}{RC} \cdot t;$$

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

$$RC = \frac{U_{ex} \cdot t}{U_{вux}};$$

$$RC = \frac{5 \cdot 70}{10} = 35 \text{ с.} \quad (47)$$

Приймаємо $C = 13 \text{ мкФ}$, тоді

$$R = \frac{T}{C};$$

$$R = \frac{35}{13 \cdot 10^{-6}} = 2,69 \cdot 10^6. \quad (48)$$

Приймаємо $R = 2,7 \text{ МОм}$. [14].

5.7 Максимально-струмовий захист

Налаштування уставки максимально-струмового захисту необхідно проводити досвідченим шляхом, обертанням шліца резистора R18 осередку №501В касети управління. У процесі установки необхідне плавне збільшення струму до моменту спрацьовування порогового пристрою. Спрацьовування захисту повинно статися при струмі КТЕ 2.65 Ін.

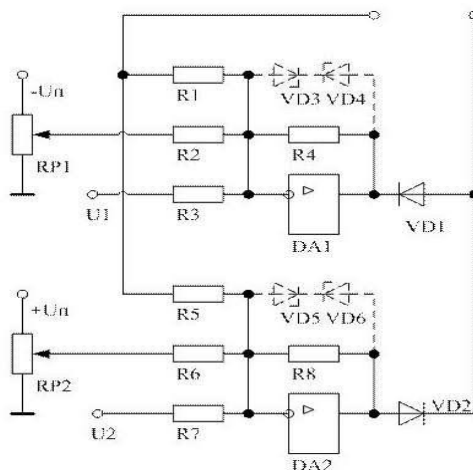


Рис. 11. - Блок обмежень

5.8 Вибір перетворювача



Рис. 12. – Зовнішній вигляд ПЧ.

Його функції:

- векторне та скалярне керування АД з датчиком та без датчика швидкості;
- векторне керування СД;
- пусковий момент до 200% від номінального;
- індикація режимів роботи;
- місцеве та дистанційне керування;
- інтерфейс RS-485;
- функція оптимізації енерговикористання;
- датчик плавної траєкторії пуску і зупинки для комфортного переміщення в ліфті;
- пропуск резонансних частот;
- вбудований гальмівний ключ;
- інтерфейс інкрементного датчика швидкості;
- USB для підключення до ПК [15].

Схема підключення перетворювача частоти показана на рисунку 11

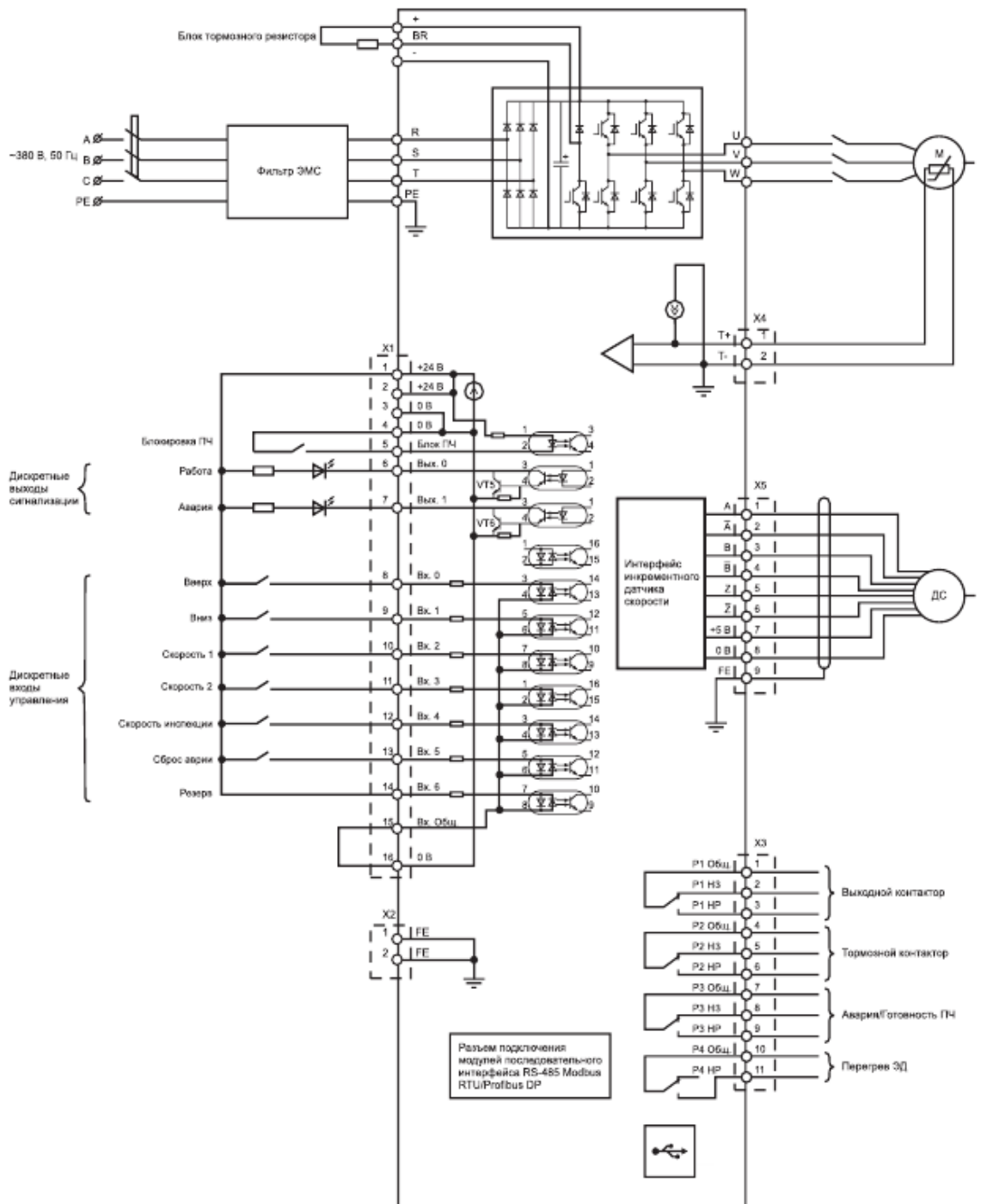


Рис. 13. Схема підключення перетворювача частоти.

Висновок: автоматизація основна частина дипломної роботи, вона допомагає зробити установку безпечнішою, надійнішою та зручною в керуванні.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт в пасажирських ліфтів

- Роботи з технічного обслуговування ліфтів мають проводитися електромеханіками з ліфтів, відповідальними за справний стан яких вони є, відповідно до належних інструкцій з питань безпеки праці та здоров'я.

- Періодичність проведення та перелік робіт залежно від виду технічного обслуговування ліфтів, визначеного виробником (місячне, квартальне, піврічне, річне), визначаються відповідно до вимог настанов з експлуатації ліфтів і виконуються згідно з технологічними процесами на проведення відповідного виду технічного обслуговування.

- Перелік робіт залежно від виду технічного обслуговування ліфтів встановлюється виконавцем робіт (власником, обслуговувальною організацією) відповідно до переліку основних перевірок обладнання ліфтів під час технічного обслуговування.

- Поточний ремонт ліфтів, під час якого проводиться заміна комплектувальних виробів у міру їх спрацювання та ремонт складових частин ліфтів, має здійснюватися як планово, відповідно до затвердженого обслуговуваною організацією графіка, але не рідше одного разу на два роки (перед проведенням періодичного технічного огляду, так і позапланово (аварійно).

- Інформація про виконане технічне обслуговування (вид, дата виконання, прізвище та підпис виконавця роботи) та відмітки про усунення поломок заносяться виконавцем у журнал технічного обслуговування ліфтів, який постійно зберігається в машинному приміщенні, а про поточний ремонт ліфтів – до паспорта (реєстраційного журналу) ліфта [16].

6.2 Дії працівників в аварійних ситуаціях

В процесі роботи можуть виникнути наступні аварійні ситуації:

- загоряння обладнання або матеріалів, виникнення пожежі;
- пошкодження ізоляції електрообладнання, виникнення напруги дотику та крокової напруги;
- заклинювання рухомих частин обладнання;
- обрив канату, застрягання чи падіння ліфта.

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно:

– обгородити небезпечну зону і не допускати в неї сторонніх осіб; якщо обстановка не загрожує життю і здоров'ю працівників і не повинна призвести до більш тяжких наслідків, необхідно її зберегти такою, якою вона була на момент настання події, для проведення розслідування;

– при пожежі приступити до її ліквідації; якщо погасити пожежу своїми силами неможливо, викликати пожежну команду;

– повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

У разі настання нещасного випадку:

– негайно звільнити потерпілого від дії вражаючого фактору;

– перенести його в безпечне місце;

– визначити стан потерпілого, при необхідності надати йому домедичну допомогу, а у тяжких випадках викликати екстрену медичну допомогу [16].

6.3. Вимоги безпеки до будови ліфтів

Загальні вимоги:

1. Ліфти, їх складові частини, прилади та пристрої безпеки повинні відповідати вимогам цих Правил і чинних нормативних документів.
2. Основні розміри ліфтів повинні відповідати: - пасажирських класів I, II, III і VI - вимогам ДСТУ ISO 4190-1:2001; - вантажних класу IV у супроводі людей - вимогам ДСТУ ISO 4190-2:2001; - службових (малих) класу V - вимогам ДСТУ ISO 4190-3:2001.

3. Пристрої керування, сигналізації та додаткові пристрої повинні відповідати вимогам ДСТУ ISO 4190-5:2001.
4. Кліматичне виконання ліфтів і підйомників здійснюється згідно з вимогами чинних нормативних документів та повинно відповідати мікрокліматичним районам України, у яких вони можуть експлуатуватись.
5. Планування і вибір ліфтів для встановлення у житлових будинках здійснюється згідно з вимогами ДСТУ ISO 4190-6:2001.
6. Зручність доступу до ліфтів повинна відповідати вимогам ДСТУ pr EN 81-70-2003.
7. Режим роботи ліфтів під час пожежі повинен відповідати вимогам ДСТУ EN pr 81-73:2004.
8. Відхилення робочої швидкості руху кабіни від номінальної повинно бути в межах $\pm 15\%$.
9. Точність автоматичної зупинки кабіни ліфта в експлуатаційних режимах роботи не повинна бути вище і нижче поверхової площадки більш ніж на 20 мм; у випадку одночасної роботи дверей кабіни і шахти ця величина може бути збільшена до 35 мм.
10. У ліфта, обладнаного лебідкою з канатотяговим шківом, повинна бути виключена можливість підймання противаги при нерухомій кабіні.
11. Всі складові частини та механізми ліфта повинні бути доступні для огляду та технічного обслуговування.
12. Конструкція ліфта повинна забезпечувати можливість евакуації людей з кабіни обслуговуючим персоналом у разі зникнення електропостачання ліфта або у разі його несправності.
13. Освітленість у приміщеннях ліфта, зазначених повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.02-99.

Захисні заходи безпеки:

1. Для захисту людей від ураження електричним струмом та іншого травматизму слід уживати заходів безпеки згідно з нормативними документами (ДНАОП 0.00-1.02 і ПУЭ).
2. Живлення ліфта повинно виконуватися від електричної мережі змінного струму з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення типу TN-S або TN-C-S напругою не вище ніж указано в пункті
3. Занулення (заземлення) електрообладнання ліфта слід виконувати за системою типу TN-S. Роз'єднання нульового робочого N провідника та нульового захисного PE провідника слід виконувати, починаючи від ввідного пристрою в разі підключення до мережі живлення системою заземлення типу TN-C-S.
4. Нульові робочі N провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну фазним.
5. Для заземлення кабіни ліфта з електрообладнанням як нульовий захисний PE провідник слід використовувати одну або декілька жил кабеля (один або декілька проводів) струмопідводу до кабіни. Як додаткові захисні заземлювальні провідники рекомендується використовувати екранувальні оболонки і несучі троси кабеля струмопроводу.
6. У шахті ліфта слід застосовувати систему зрівнювання потенціалів відповідно до вимог пункту 1.7.47 ПУЭ. Переріз захисних провідників повинен відповідати вимогам таблиці
7. Усі струмопровідні частини електрообладнання ліфта повинні бути надійно приєднані до нульового захисного PE провідника.

Найважливішою проблемою для сучасних багатонаселеної будівель є забезпечення пожежної безпеки ліфтів, а також установка в будинках ліфтів для пожежних [16].

При виникненні пожежі в будівлі існує небезпека використання ліфтів пасажирами, оскільки вони не обізнані про наявні в цьому випадку ризики, і ліфти не виведені з експлуатації. За винятком деяких спеціальних випадків, ліфти не

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист 50
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

призначені для використання під час пожежі. У будівлях, спорудах і будівлях заввишки 28 і більше метрів шахти ліфтів, що не мають у виходу з них тамбур шлюзів з надлишковим тиском повітря, повинні бути обладнані системою створення надлишкового тиску повітря в шахті ліфта під час пожежі.

Режим «Пожежна небезпека»

Режим роботи ліфта «Пожежна небезпека» - встановлена послідовність дій системи керування ліфтом, що передбачає примусове рух кабіни ліфта на поверх входу пожежників в будівлю. З режиму «Нормальна робота» в режим «Пожежна небезпека» ліфт переключається автоматично після подачі сигналу «Пожежа» із системи пожежної сигналізації або пожежогасіння. При цьому сигнал «Пожежа» подається між контактами, або шляхом передачі інформації у вигляді послідовних сигналів відповідно до стандартизованими протоколами.

Припустимо, що кабіна з пасажирами в режимі «Нормальна робота» піднімається на великій швидкості і в цей момент надійшов сигнал пожежна небезпека. Це викликає уповільнення кабіни і підхід її в зону точної зупинки. При зупинці кабіни після руху вгору її двері не відчиняються. Після зупинки кабіни, вона спускається на перший поверх.

З режиму «пожежна небезпека» в режим «нормальна робота» ліфт переключається з машинного приміщення.

При русі кабіни вниз або стоянці на будь-якому поверсі, крім основного посадкового, кабіна відправляється на основний посадковий поверх, не реагуючи на накази і зареєстровані попутні виклики. При цьому також відключається кнопка «Стоп» в кабіні. Якщо кабіна стоїть на поверсі з відкритими дверима і в ній перебувають пасажирів, двері автоматично закриваються і кабіна також відправляється на основний посадковий поверх.

Якщо кабіна перебуває в підземній частині будівлі (споруди), виконується наступне:

- при русі вниз кабіна зупиняється на найближчому по ходу руху поверсі і, не відкриваючи двері, не реагуючи на накази і попутні зареєстровані виклики, відправляється на основний посадковий поверх;

- при русі кабіни вгору або стоянці на будь-якому поверсі, крім основного посадкового, кабіна відправляється на основний посадковий поверх, не реагуючи на накази і зареєстровані попутні виклики. Якщо кабіна стоїть на поверсі з відкритими дверима і в ній перебувають пасажирів, двері автоматично закриваються і кабіна також відправляється на основний посадковий поверх.

У всіх випадках після прибуття кабіни на основний посадковий поверх двері кабіни автоматично відкриваються і залишаються відкритими, після чого можливість подальшого руху кабіни в цьому режимі виключається. Якщо включення режиму «Пожежна безпека» відбулося під час виконання режиму «ревізія» або в момент технічного обслуговування, то повинен подаватися звуковий сигнал, після чого, якщо це можливо, ліфт повинен бути переведений в нормальний режим роботи, що дозволить включити режим «Пожежна безпека». Для інформації про те, що ліфт, який прибув на посадковий поверх, не може бути використаний для перевезення пасажирів, на посадковому поверсі повинен бути розміщений індикатор «Вхід заборонений». Індикатор включається при прибутті ліфта на посадковий поверх.

При установці в будинку (споруді) двох і більше ліфтів, що мають загальне машинне приміщення (включаючи ліфти, які мають систему групового управління), сигнал на включення режиму «пожежна безпека» подається для кожного ліфта окремо.

ВИСНОВОК

В магістерській дипломній роботі було досліджено та вивчено конструкцію стандартного пасажирського ліфта, розглянуто основні складові та принцип дії.

Під час досліджень було звернуто увагу на загальний стан ліфтів в Україні, щоб оцінити перспективи розвитку та нішу в якій можна застосувати роботу.

Опираючись на вхідні дані, основні характеристики та показники змогли вибрати двигун, редуктор, привод потрібний саме нам.

Сам двигун вибирався серед двох основних груп це двигун з фазним ротором та короткозамкненим ротором. Опираючись на недоліки фазного перед перевагами короткозамкненим, був вибраний другий з можливістю підключення до схеми частотного перетворювача.

Для збільшення безпеки та автономності в керуванні ліфтовою установкою багато часу було приділенню дослідженню систем автоматичного керування. В цю частину входять такі основні параметри, як: алгоритм програмування, системи керування електроприводом, розробка структури систем автоматичного керування, максимально – струмовий захист та часо струмовий. Сами і показники дозволяють дотримуватися точності зупинок та інших важливих показників.

Не менш важлива частина це правила поведінки та техніка безпеки в пасажирських ліфтах, правила роботи в них та затверджені державні стандарти України в будівництві ліфтових шахт та установок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3552 – 97 Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни та визначення. – Чинний з 01.07.1998. – К.: Держбуд України, 1997.
2. Осіпов О. І.: Система керування електроприводів.: Підручник, м. Харків 2005. 296 с.
3. Шваб'юк В.: Опір матеріалів: м. Київ 2016. 407 с.
4. Васильківський Ігор, Фединець Василь, Юсик Ярослав: Виконавчі пристрої систем автоматизації: Львівська політехніка 2020. 220 с.
5. Виноградов О.: Силова Електроніка №1. Бездатчиковий електропривод підйомно-транспортних механізмів:, Хмельницький національний університет, 2007. 69 с.
6. Матвієнко Микола: Проектування цифрових пристроїв: м. Київ 2018. 364 с.
7. Попович М. Г., Лозинського О. Ю.: Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. – К.: Либідь, 2005. 680 с.
8. Лавріненко Ю. М., Марченко О. С., Савченко П. І. Електропривід: Підручник; Видавництво «Ліра-К». – К., 2009. 504 с.
9. Василега Петро: Електропостачання м. Суми 2019 – 250 с.
10. Муріков Дмитро: Електропривод робочих машин м. Суми 2019 – 228 с.
11. Яременко В., Черниш О., Березовий М.: Теорія механізмів і машин.: Навчальний посібник. Частина 1 м. Дніпро 2018. 464 с.

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

12. Сотник Ірина, Мазін Юрій: Еколого-економічні механізми управління інноваційним ресурсозбереженням у машинобудуванні м. Суми 2007. 252 с.
13. Сердюк Л., Остапчук М: Система технологій: м. Київ 2019. 368 с.
14. Валерій Адамчук: Теорія механізмів і машин: м. Київ 2020. 608 с.
15. Корчемний Микола, Клендій Петро, Потапенко Микола: Теоретичні основи автоматики: м. Тернопіль 2012. 304 с.
16. Робота з текстами нормативних документів / Режим доступа: <http://online.budstandart.com/ua>

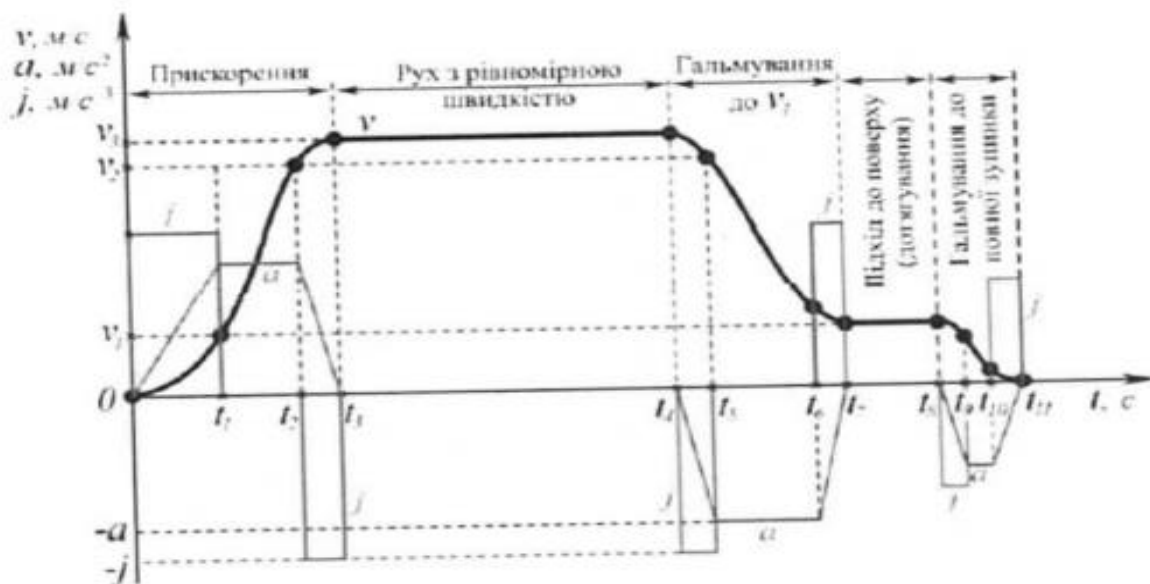
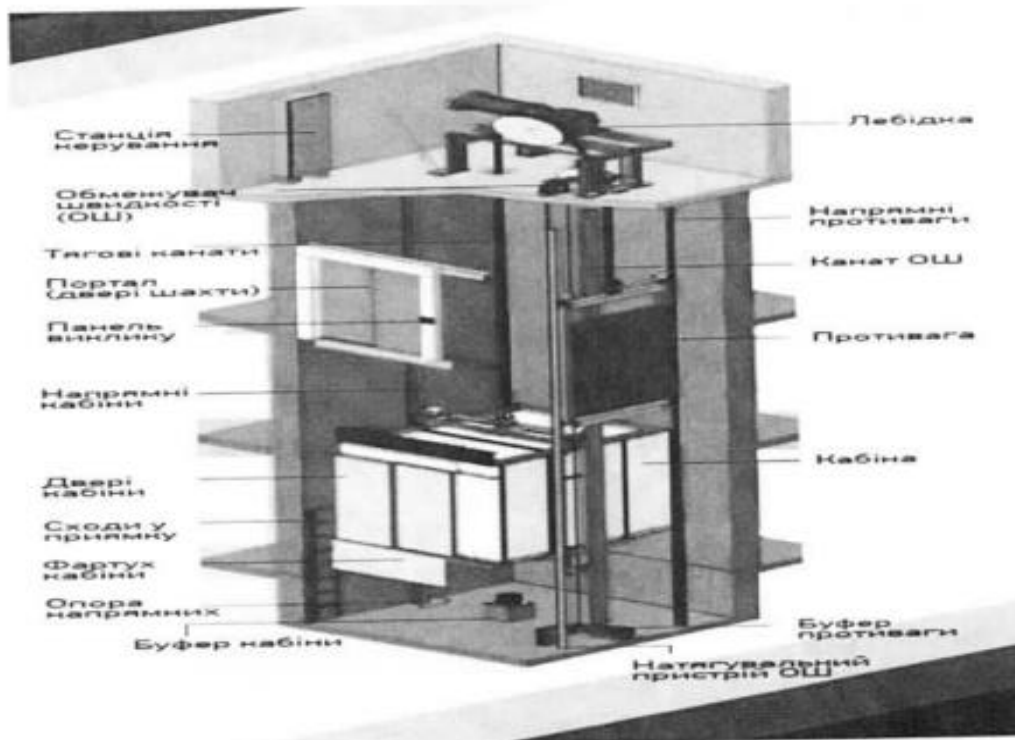
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

1. Будова пасажирського ліфта. Оптимальна діаграма руху кабіни ліфта
2. Попередній розрахунок діаграм навантажень
3. Схема підключення двигуна з фазним ротором. Схема підключення двигуна з короткозамкненим ротором.
4. Функціональна схема автоматизованого електроприводу. Схема підключення перетворювача частоти.

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

ДОДАТОК А

					0024.ДМР21.05.ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дат		

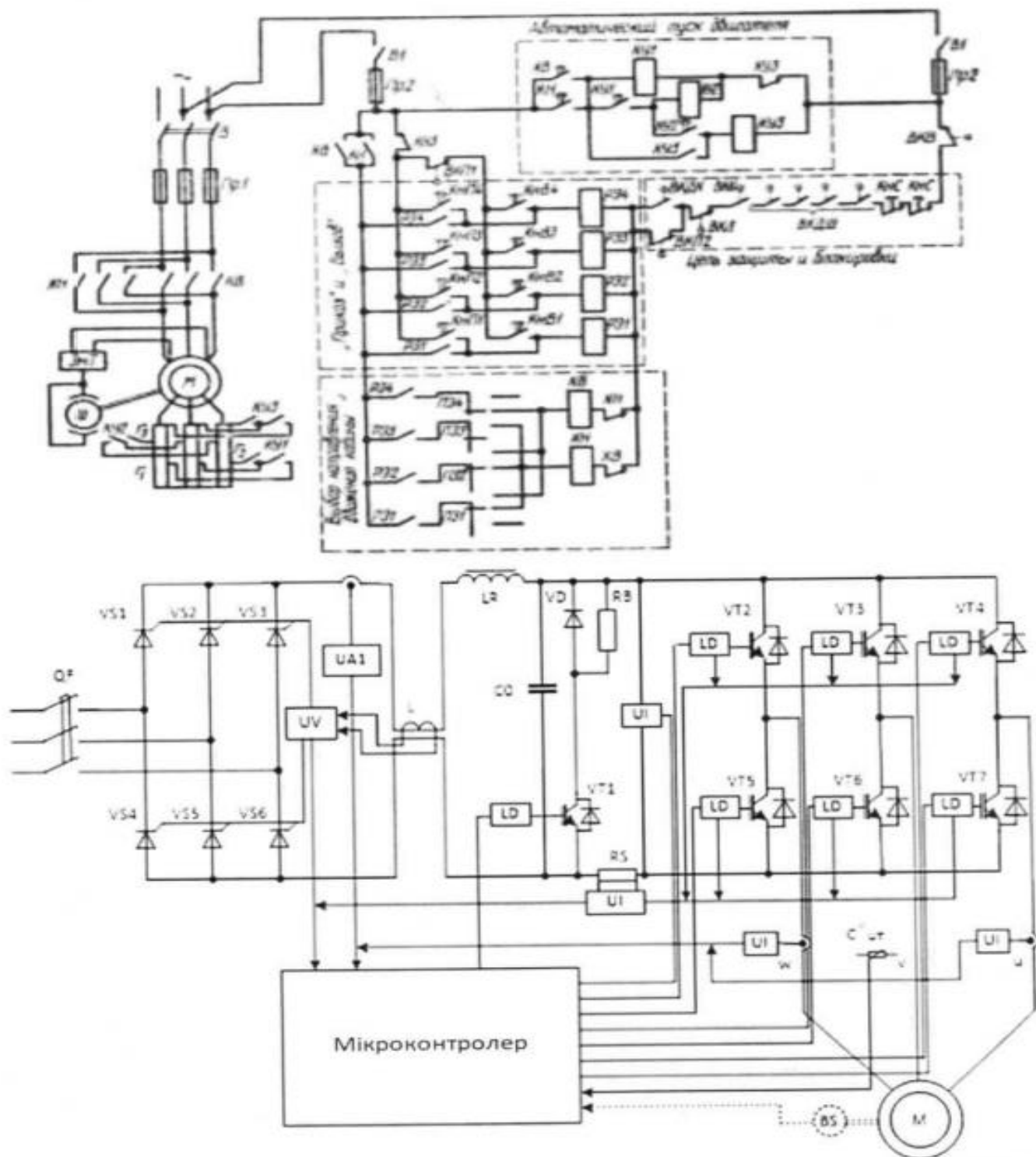


Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності					Будова пасажирського ліфта. Оптимальна діаграма руху кабінні ліфта			Український державний університет науки і технологій, група ЕП2021		
Змн.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата				Стад.	Аркуш	Аркунів
Зав. кафед.	Муха А. М.			2012					58	56
Н. контр.	Карзова О. О.									
Осн. керів.	Краснов Р. В.									
Розробив	Повар О. Д.									

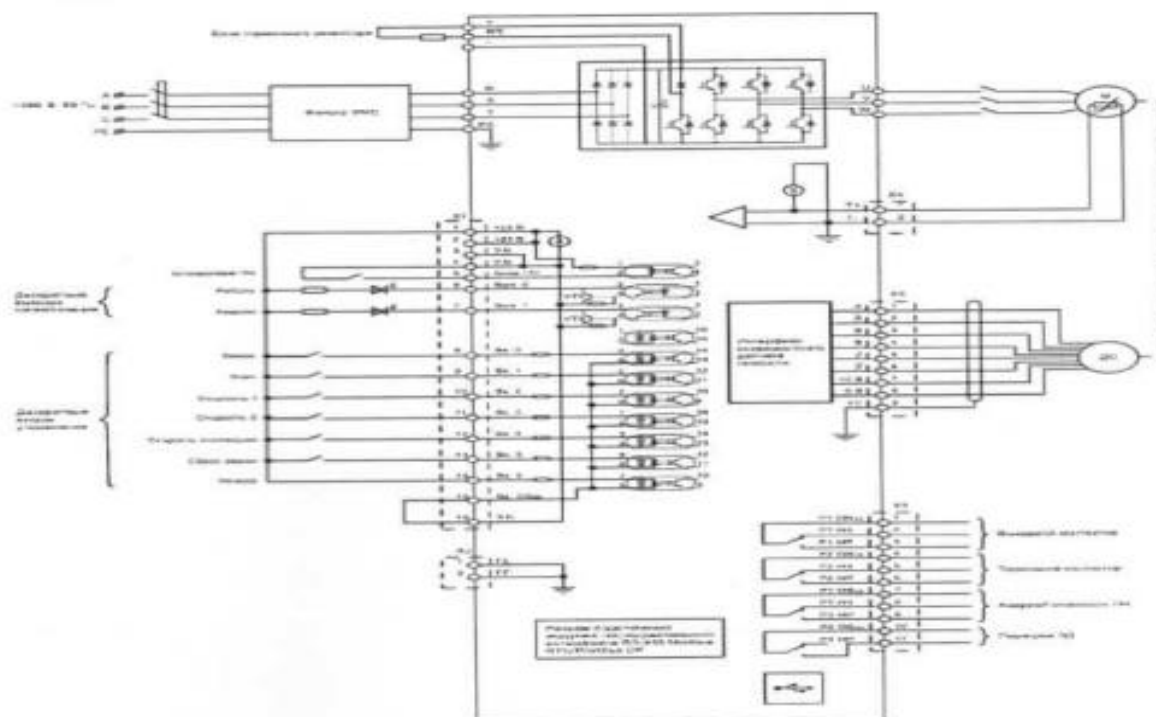
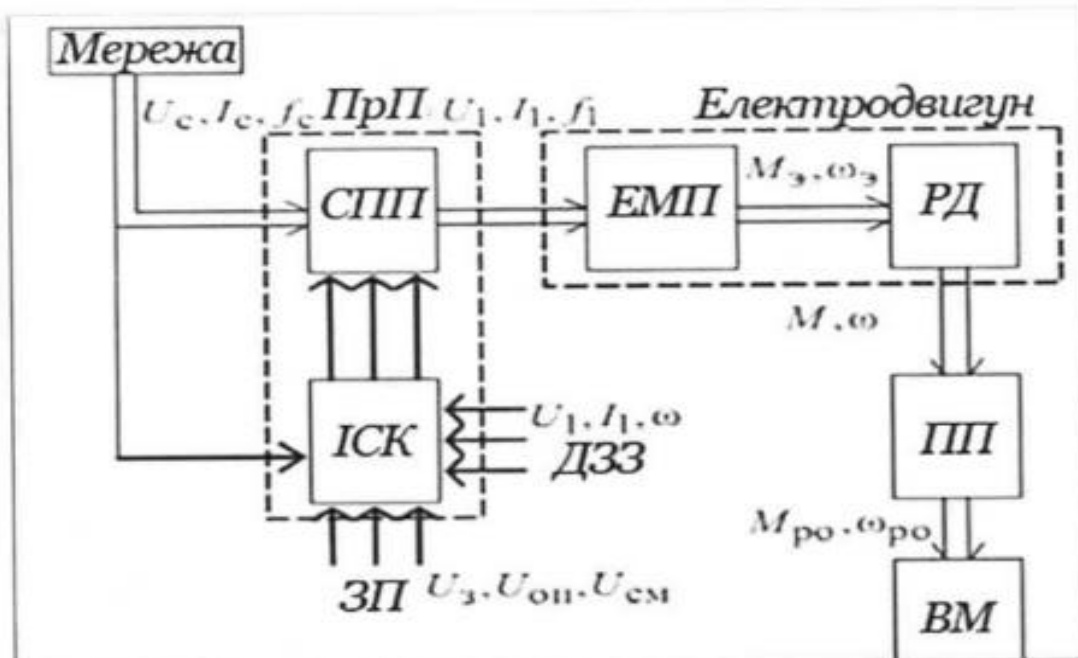
Ділянка руху	Рух з вантажем			Рух без вантажу		
	Пуск	В уст. режим	Гальмування	Пуск	В уст. режим	Гальмування
t, c	0,6	16,1	0,6	0,8	11,7	0,8
α, m	0,09	4,82	0,09	0,16	4,68	0,16
$v, m/c$	-----	0,3	-----	-----	0,4	-----
$M_{рост}, H \cdot m$	784	784	784	980	980	980
$J_{рост} кг \cdot m^2$	352	352	352	280	280	280
$M_{родин} H \cdot m$	880	0	880	700	0	700
$M_{ро} H \cdot m$	1664	782	-96	1680	980	280
$M_{рс} H \cdot m$	17,42	17,42	17,42	21,7	21,7	21,7
$M_{вс} H \cdot m$	18,1	16,7	24,5	22,6	20,9	19,9
$M_c H \cdot m$	19,9	22	16,3	24,5	15,2	20,8
$\omega_c, рад/c$	67,5	67,5	67,5	90	90	90
$J_{пр} кг \cdot m^2$	0.16	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13
$J кг \cdot m^2$	0,148	0,148	0,148	0,133	0,133	0,133
$M_{дин} H \cdot m$	16,5	0	16,5	14,9	0	14,9
$M_{доп.уск} H \cdot m$	36,5	24,5	0,292	96,58	19,9	-5.9

Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності							
Змн.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата	Стад.	Аркуш	Аркушів
Зав. кафедр.	Муха А. М.					59	56
Н. контр.	Карзова О. О.				Український державний університет науки і технологій, група ЕП2021		
Осн. керів.	Краснов Р. В.						
Розробив	Повар О. Д.						

Попередній розрахунок
діаграм навантажень



Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності					Стад.			Аркуші	
Змн.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата				60	56
Зав. кафедр.	Муха А. М.			2018	Український державний університет науки і технологій, група ЕП2021				
Н. контр.	Карзова О. О.			20 12					
Осн. керів.	Краснов Р. В.								
Розробив	Повар О. Д.								



					Проектування електропривода пасажирського ліфта та аналіз його енергоефективності				
Змн.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата					
					Функціональна автоматизованого електроприводу. підключення	схема	Станд.	Аркуш	Архивів
Зав. кафедр.		Муха А. М.				Схема		61	56
Н. контр.		Карцова О. О.				перетворювача	Український державний університет науки і технологій, група ЕП2021		
Осн. керів.		Краснов Р. В.							
Розробив		Повар О. Д.	