

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електропривода

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента Єрофєєва Євгенія Костянтиновича

(ПІБ)

академічної групи 141-18ск-3

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ Електропривод, мехатроніка та робототехніка

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Автоматизований електропривод ескалатора торгового центру»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Худолій С.С.			
розділів:				
Технологічна частина	Худолій С.С.			
Автоматизований електропривод	Худолій С.С.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Техніко-економічне обґрунтування	Тимошенко Н.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер				

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода
(повна назва)

Казачковський М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Єрофєєв Є.К. академічної групи ЕТФ -141-18ск-3
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації¹ Електропривод, мехатроніка та робототехніка

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему «Автоматизований електропривод ескалатора торгового центру»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічна частина	Призначення, загальна характеристика та основні параметри автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру	
Автоматизований електропривод	Розрахунок передатного числа редуктора, вибір електродвигуна та перетворювача частоти	
Охорона праці	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проєктованого автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру	
Техніко-економічне обґрунтування	Розрахунок капітальних витрат та визначення експлуатаційних витрат	

Завдання видано _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

Зміст:

Реферат.....	5
Вступ.....	7
1. Технологічна частина	9
1.1. Місце автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру у технологічному процесі торгового центру	9
1.2. Призначення, загальна характеристика та основні параметри автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.....	13
1.3. Загальна характеристика електрообладнання автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.....	14
1.4. Швидкості руху робочих органів автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.....	15
2. Автоматизований електропривод	16
2.1. Загальна характеристика розробленого електропривода	16
2.2. Основні закони механіки електроприводу	18
2.3. Вибір двигуна	19
2.4. Визначення статичних навантажень, що діють на валу двигуна	20
2.5. Розрахунок передатного числа редуктора і вибір електродвигуна	22
2.6. Вибір перетворювача частоти і система управління ескалатором	23

3.	Заходи з економії електроенергії	25
4.	Охорона праці	27
4.1.	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проектованого автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.....	27
4.2.	Інженерно-технічні заходи з охорони праці	28
4.3.	Пожежна профілактика	30
4.4.	Заходи з ергономіки	32
4.5.	Розрахунок захисного заземлення	33
5.	Економічна частина	36
5.1.	Вступ	36
5.2.	Розрахунок капітальних витрат	37
5.3.	Визначення експлуатаційних витрат	38
	Висновки кваліфікаційної роботи	43
	Список використаної літератури	44

РЕФЕРАТ

У своїй кваліфікаційній роботі я описував автоматизацію електропривода ескалатора торгового центру, а саме його характеристику, вимоги до електроприводу, вимоги до системи автоматичного регулювання, охорону праці, та економічні розрахунки.

Ще моя робота складає в собі вибір двигуна 4АНК315510У3 та перетворювача частоти Schneider Electric ATV61HD75M3X, його роботу та підключення маючи.

Тема моєї кваліфікаційної роботи, а саме «Автоматизований електропривод ескалатора торгового центру» має на увазі модернізацію ескалатору торгового центру, шляхом підбору та змінення асинхронного двигуна з керуванням перетворювачем частоти. Це дає змогу отримати більш надійний та економічний результат.

В розділі Охорона праці я описував аналіз небезпечних і шкідливих чинників, техніку безпеки, пожежну безпеку а також розраховував захисне заземлення. Розділ охорона праці дуже важливий для користувачів ескалатору, тому що можуть траплятися різні випадки травмування людей через не дотримання техніки безпеки під час користування ескалатором. Тому у розділі приведені правила та заходи які спрямовані на захист людей.

В економічному розділі я розрахував капітальні витрати, витрати спожитої електроенергії. Ці розрахунки важливі для обґрунтування доцільності автоматизації електроприводу ескалатора. Тому и проводяться економічні розрахунки для виявлення проблем та витрат всього процесу.

ABSTRACT

In my qualification work, I described the automation of the electric drive of the escalator of the shopping center, namely its characteristics, the requirements for the electric drive, the requirements for the automatic control system, labor protection, and economic calculations.

My job is to choose the 4ANK315510UZ motor and the Schneider Electric ATV61HD75M3X frequency converter, having its operation and connection.

The topic of my qualification work, namely "Automated electric drive of the shopping center escalator" means the modernization of the shopping center escalator, by selecting and changing the induction motor with frequency converter control. This allows you to get a more reliable and economical result.

In the section on labor protection, I described the analysis of dangerous and harmful factors, safety, fire safety, as well as calculated the protective grounding. The occupational safety section is very important for escalator users, as there may be various injuries due to non-observance of safety precautions when using the escalator. Therefore, the section contains rules and measures aimed at protecting people.

In the economic section, I calculated the capital costs, the cost of electricity consumed. These calculations are important to substantiate the feasibility of automating the escalator drive. Therefore, economic calculations are performed to identify problems and costs of the whole process.

Вступ

Темою роботи є розробка автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.

Актуальність проектування автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру обумовлюється значним обсягом побудови торгівельних комплексів в Україні в останні роки, а отже в багатьох торгівельних центрах для організації процесу переміщення відвідувачів використовуються ескалатори, які повинні мати електропривід, а отже проектування автоматизованого електроприводу для таких ескалаторів є досить актуальним.

Вирішення розглянутої задачі дозволить оптимізувати потоки відвідувачів торгівельного центру, підвищити їх відвідування на верхніх поверхах, сприятиме покращенню роботи підприємств на базі торгівельного комплексу, а отже і збільшенню їх виручки, а значить і платоспроможності для сплати арендних платежів, які, відповідно, можна бути підвищити і зменшити період окупності будівництва самого торгівельного комплексу.

Основними завданнями виконання роботи є:

- Визначення місця автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру у технологічному процесі торгового центру
- Характеристика призначення та основних параметрів автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
- Навести загальну характеристику електрообладнання автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
- Навести характеристику швидкості руху робочих органів автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
- Навести характеристику конструкції технологічного агрегату автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
- Надати номенклатуру деталей автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру

- Навести характер взаємодії основних механізмів автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
 - Навести загальну характеристику розробленого електропривода
 - Навести основні закони механіки електроприводу
 - Провести вибір двигуна
 - Визначити статичні навантаження, що діють на валу двигуна
 - Провести розрахунок передатного числа редуктора і вибір електродвигуна
 - Провести вибір перетворювача частоти і система управління ескалатором
 - Навести заходи з економії електроенергії
 - Провести аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників
- проектного автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру
- Навести інженерно-технічні заходи з охорони праці
 - Навести заходи з пожежної профілактики
 - Навести заходи з ергономіки
 - Розрахувати захисне заземлення
 - Провести розрахунок капітальних витрат
 - Визначити експлуатаційні витрати.

Метою виконання роботи є систематизація інформації щодо розробка автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру, яку можна буде використовувати при будівництві торговельного центру та при виборі автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру.

Новизна отриманих результатів полягає в систематизації цих результатів та можливості їх використання без залучення додаткових фахівців та проектувальників.

1. Технологічна частина

1.1. Місце автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру у технологічному процесі торгового центру

Ескалатором називається підйомно-транспортна машина у вигляді нахиленої на $30-35^\circ$ до горизонту сходів з рухомими сходами для переміщення людей з одного рівня на інший. Сходинок зазвичай прикріплені до замкненого кола, що приводяться в рух від електродвигуна через редуктор або за допомогою лінійного приводу. Є одним з видів конвеєра.

Ескалатори поширені на станціях метрополітенів, вокзалах, у великих торгових об'єктах, в підземних переходах, а також іноді застосовуються на схилах в містах зі складним рельєфом як альтернатива фунікулеру.

Ескалатори поділяються на два основні класи:

- тунельні
- поверхові.

Тунельні ескалатори встановлюються в довгих похилих тунелях - виходах станцій метро глибокого залягання. Велика довжина таких ескалаторів накладає особливі вимоги до міцності їх конструкції і надійності гальм. Для обслуговування таких ескалаторів потрібні досить широкі балюстради між стрічками.

Поверхові ескалатори використовуються в будівлях. Так як до таких ескалаторах зазвичай є вільний доступ, широкі балюстради їм не потрібні.

Розрізняються тунельні і поверхові ескалатори по куту нахилу. Так, при необхідній висоті підйому до 6 метрів кут нахилу ескалатора становить 30° або 35° , при висоті підйому вище 6 метрів - тільки 30° .

Теоретична пропускна здатність однієї нитки ескалатора при швидкості $0,75 \text{ м / с}$ ($45 \text{ метрів в хвилину}$) становить $10000 \text{ чоловік / год}$, але реальна пропускна здатність зазвичай становить не більше $5000-6000$ на підйом і до 7500 на спуск [4].

Як правило, швидкість руху поручнів ескалатора перевищує швидкість руху полотна. Для підвищення тертя на диски, що приводять у рух поручні, надягають гумові накладки, які з часом стираються, внаслідок чого в процесі експлуатації ескалатора знижується швидкість руху поручнів.

Переваги ескалатору:

- Мають більшу пропускну здатність, ніж ліфти і фунікулери
- Ескалатори є транспортними машинами безперервної дії: пасажиру не доводиться чекати прибуття транспортного засобу (кабіни)
- У разі поломки ескалатором можна скористатися як звичайної сходами і піднятися вгору або спуститися вниз - в той час як у випадку поломки ліфтового обладнання необхідно чекати, поки його відремонтують

Недоліки

- Як правило, ескалатори дорожче ліфтів і фунікулерів
- У порівнянні з ліфтом ескалатор вимагає більшого простору для установки
- На відміну від ліфта, ескалатор не може використовуватися пасажиром на інвалідному кріслі без сторонньої допомоги, утруднене переміщення пасажирів з візками, велосипедами і іншим габаритним вантажем
- На відміну від ліфта, при переміщеннях в будівлі відразу на кілька поверхів пасажиру доводиться робити пересадку на кожному проміжному поверсі
- На відміну від ліфта, ескалатор не може розвивати велику швидкість, потрібну для вертикальних переміщень в багатоповерхових будівлях.

Сьогодні ескалатори використовуються майже у кожному торгово-розважальному центрі. В силу своєї популярності такі центри займають велику площу. Для зручного переміщення, особливо між поверхами, далекоглядні забудовники передбачають наявність ескалатора в торговельному центрі.

У громадських місцях наявність такого підйомно-транспортного механізму, як ескалатор, дуже корисно і вирішує цілий ряд проблем. Зокрема, основним завданням в даному випадку є одночасний підйом і спуск максимального числа людей.

Важливо і те, що при використанні ескалатора в торговельному центрі в принципі зняті всі обмеження щодо часу і ваги, що робить цей пристрій дійсно універсальним.

Основним критерієм якості того чи іншого ескалатора є його прохідність.

Основними виробниками ескалаторів сьогодні є ескалатори OTIS, KONE, SJEC, KOYO.

В даному випадку прохідність його вище на тридцять відсотків у порівнянні зі звичайним, що служить причиною значного збільшення ступеня комфорту перебування в торговому центрі.

Переваги використання ескалатора в торговельному центрі:

- У торгових центрах досить великих розмірів перевагою використання ескалаторів є їх зовнішній привабливий вигляд, який гармонійно вписується в стандартний для торгових центрів дизайн в стилі хай-тек. Елегантність і простота, яка поєднується з міццю, доступна завдяки використанню сучасних технологій, стане прикрасою ТЦ

- Що стосується самого використання, в сучасних ескалаторах застосовується високотехнологічний механізм, який гарантує комфорт для пасажирів будь-якого віку. При цьому варто відзначити високий ступінь безпеки, яка досягається за рахунок легкості і швидкості моніторингу роботи ескалатора в торговельному центрі

- Слід відзначити, що розташування ескалаторів в ТЦ грає величезну роль по залученню покупців в ті чи інші торгові точки, що можна вигідно використовувати

- Всіма цими перевагами є можливість насолоджуватися протягом тривалого періоду часу в силу міцності конструкції.

Основним елементом, що приводить ескалатор у рух є його електропривод, а отже він є основою функціонального використання ескалаторів і його значення полягає в переміщенні робочого полотна ескалатора та відповідних людей на ньому в межах торгового центру.

1.2. Призначення, загальна характеристика та основні параметри

автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру

Характеристика та основні параметри автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру безпосередньо залежать від характеристик самого ескалатора торгового центру. До основних параметрів ескалатора можна віднести:

- Нахил ескалатора, який зазвичай складає 30° або 35° , а деякі бренди також виробляють моделі з ухилом в 24° і 27°
- Висота підйому - від 2 до 75 метрів
- Висота балюстради - зазвичай 900-1000 мм
- Ширина полотна - від 580 до 1100 мм. Стандартними вважаються показники 600, 800, 1000 мм

Кут ескалатора безпосередньо залежить від висоти підйому і швидкості. Якщо висота ескалаторів більше 6 метрів, кут нахилу може становити 30° або менше. Якщо висота менше 6 метрів, а швидкість не перевищує $0,5 \text{ м / с}$ - 30° або 35° .

Довжина ескалатора при проектуванні зазвичай розраховується за формулою:

- При куті нахилу в 30° дорівнює висоті поверху, помноженої на 1,732
- При ухилі 35° - висота, помножена на 1,428.

Сучасні рухомі сходи можуть розвивати швидкість від $0,5$ до $0,65 \text{ м / с}$.

Пропускна здатність - від 3 до 9 тисяч осіб на годину.

Для установки ескалатора висота приміщення повинна бути не менше 4000-5000 мм.

Щоб занести обладнання в уже збудоване приміщення, потрібен отвір розміром $1800 \times 3300 \text{ мм}$.

1.3. Загальна характеристика електрообладнання автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру

Ескалатори широко застосовуються на станціях метрополітену, в адміністративних і торгових будівлях з великим потоком пасажирів.

У будівлі доцільно використовувати ескалатори разом з ліфтами, причому ескалатори встановлюють на нижніх поверхах, де рух людей більш інтенсивне. Ескалатори існують двох типів: з одного і з двома робочими гілками сходового полотна. Найбільш поширені ескалатори з однією робочою гілкою, коли сходове полотно використовується тільки на підйом або тільки на спуск пасажирів, так як вони мають порівняно невеликі розміри.

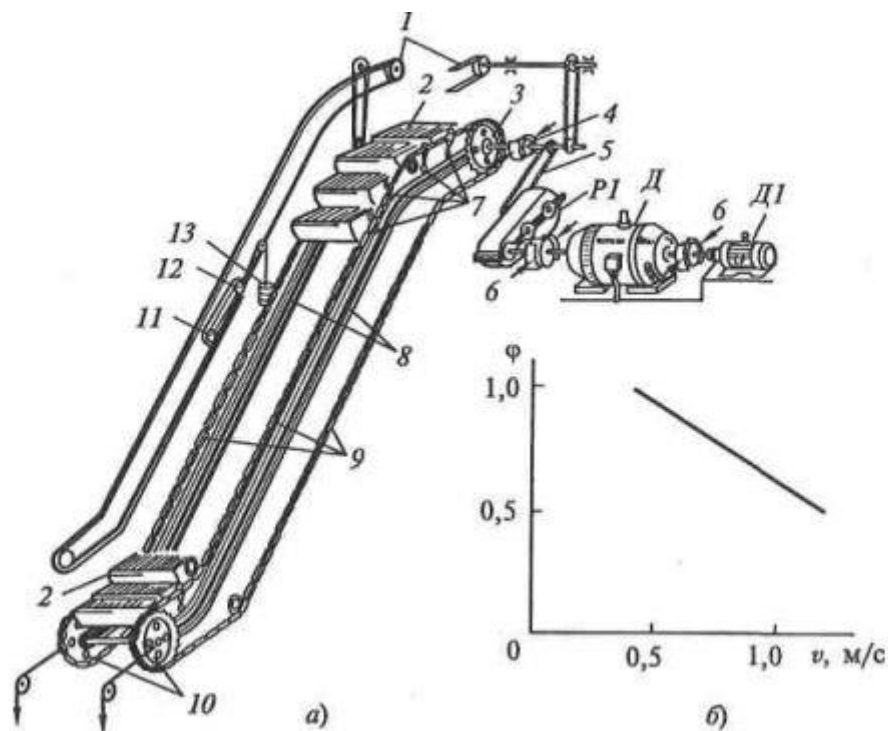


Рисунок 1 Кінематична схема ескалатора (а) і графік залежності коефіцієнта заповнення ескалатора від швидкості (б)

Згідно малюнку, на якому наведено схему ескалатора з однією робочою гілкою, сходинки 2 сходового потоку пов'язані шарнірно з двома замкнутими ланцюгами 9, які приводяться в рух провідною зірочкою 3, шаблі котяться по бігункам 7 та по напрямних 8. За рахунок певної кривизни напрямних перехід ступені з горизонтальної ділянки на похилу площину здійснюється плавно з

горизонтальним розташуванням поверхні ступенів. Вал верхньої зірочки 3 через ланцюгову передачу 5 і редуктор Р1 пов'язаний з двигуном Д.

1.4. Швидкості руху робочих органів автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру

Швидкість руху сходового потоку вибирається в межах 0,45 ... 1 м / с. Верхня межа швидкості обмежена тим, що вхід і вихід пасажирів відбувається на ходу.

Крім цього, при швидкості вище 1 м / с продуктивність ескалатора не збільшується, так як пасажирів не встигають займати кожен сходинку (сходинка розрахована, як правило, на 2 людини).

Практика показує, що ескалатори доцільно застосовувати при висоті підйому 4 ... 65 м з кутом підйому 30°. Для великих висот можуть виявитися більш доцільними ліфти.

2. Автоматизований електропривод

2.1. Загальна характеристика розробленого електропривода

До електроприводу ескалатора торгового центру пред'являються наступні вимоги:

- Привід не повинен приводити в рух більше одного ескалатора
- Привід повинен забезпечувати переміщення полотна з номінальною і ремонтною швидкостями
 - При наявності окремого допоміжного приводу для забезпечення ремонтної швидкості повинна бути виключена можливість його включення одночасно з головним приводом
 - Привід ескалатора повинен бути розрахований на безперервну роботу протягом 140 годин на тиждень з еквівалентним навантаженням і пуском ескалатора в будь-якому напрямку з навантаженням qMe
 - Потужність двигуна допоміжного приводу повинна бути достатньою для виконання монтажних-ремонтних операцій, технічного обслуговування, розгальмування додаткового гальма (при необхідності)
 - При пуску ескалатора повинен забезпечуватися плавний розгін несе полотна з прискоренням не більше $0,75 \text{ м / с}$
 - На одному з валів приводу (переважно швидкохідному) повинне бути встановлене робоче гальмо
 - Для зв'язку вала робочого гальма з провідними зірочками ступенів / пластин або барабаном стрічки повинні застосовуватися переважно нефрикційні елементи, такі як вали, шестерні, багаторядні ланцюги, не менше двох однорядних ланцюгів. У тих випадках, коли використовують фрикційні елементи, такі як клинові ремені (застосування плоских ременів не допускається), необхідно передбачити додаткове гальмо

- У приводах ескалаторів і пасажирських конвеєрів з кутом нахилу понад 6° важкого режиму роботи застосування фрикційних елементів не допускається.
- У з'єднаннях, що передають крутний момент, застосування посадок з гарантованим натягом без додаткового кріплення (шпонками, болтами і т. п.) не допускається
- У разі застосування приводних ланцюгів на ескалаторах або пасажирських конвеєрах важкого режиму роботи запас їх міцності повинен бути не менше 7
- У разі застосування приводних ланцюгів або клинових ременів на ескалаторах або пасажирських конвеєрах нормального режиму роботи запас їх міцності повинен бути не менше 5
- Запас міцності визначають як відношення розривного зусилля ланцюга / ременя до найбільшого розрахунковому натягу при навантаженні qMe . При використанні клинових ременів повинно бути не менше трьох ременів
- Якщо передбачений ручний привід ескалатора він повинен бути легкодоступний і безпечний при використанні
- Не допускається використання в якості такого пристрою кривошипних рукояток або штурвалів зі спицями
- При приведенні в дію механізму включення допоміжного приводу або установці знімного штурвалу ручного приводу блокування повинне відключати головний привід.

2.2. Основні закони механіки електроприводу

Призначення електроприводу – це створення руху робочих машин і керування ними.

Таблиця 1 Параметри руху механізмів електропривода

Поступальний рух			Обертальний рух		
Параметр	Позначення	Розмірність	Параметр	Позначення	Розмірність
Шлях	S	м	Кут повороту	φ	радіан
Швидкість	$V = \frac{dS}{dt}$	м / с	Кутова швидкість (частота обертання)	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	рад/с; 1/с
Прискорення	$a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$	м / с ²	Кутове прискорення	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$	рад/с ² ; 1/с ²
Сила	F	Н	Обертаючий момент	$M = F \cdot R$	Н·м
Маса	m	кг	Момент інерції	J	кг м ²

Зміна параметрів руху робочих органів машини відбувається при впливі на їх кінематичний ланцюг (механічну частину) сил F. Для обертального руху фізичним аналогом сили є момент M (Н·м).

2.3. Вибір двигуна

При виборі двигуна основна увага має бути зосереджена на наступних аспектах:

- Режим роботи та характер зміни навантаження від часу та швидкості
- Необхідність реверса
- Необхідність та мета регулювання (стабілізація швидкості або співвідношення швидкостей, стабілізація технологічних параметрів – потужності, тиску, напору, натягу тощо
- слідкування та позиціонування
- плавний пуск та гальмування
- обмеження навантажень двигуна, механічного обладнання та мережі
- енергозбереження
- якість регулювання (діапазон, швидкодія, точність)
- спосіб живлення (від мережі або автономне; рід струму, рівень напруги)
- умови експлуатації (кліматичні - температура, вологість, запиленість, наявність агресивних та вибухонебезпечних середовищ; механічні впливи - вібрації, удари)
- вимоги до надійності.

2.4. Визначення статичних навантажень, що діють на валу двигуна

При проектуванні електропривода підйомно-транспортного механізму представляється можливість замінити відповідний асинхронний двигун з фазним ротором на менш дорогий і більш дешевий асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. За рахунок застосування в електроприводі перетворювачів частоти можна буде вирішити питання обмеження динамічних зусиль і регулювання швидкості механізму. Дані характеристик ескалатора наведені нижче:

- Висота підйому 30 м
- Кут нахилу 30 градусів
- Ширина сходинки 1 м
- Крок ступені 0.4 м
- Крок ланцюга 0.133 м
- Діаметр початкової окружності приводної зірочки 1.695 м
- Навантаження експлуатаційна на погонний метр несе полотна 2170 Н
- Швидкість руху несе полотна 0.88 м/с
- Момент інерції, приведений до валу електроприводу 4.32 кг · м²
- Приведений до валу двигуна момент інерції поступально рухомих частин ескалатора і пасажирів при максимальній завантаженні 7.4кг · м²
- Передатне число системи електроприводу 58,1
- ККД електроприводу 0,911 %

$$\rho_{\Sigma} = \frac{D_{нач}}{i_{\Sigma}} = \frac{1,695}{2 \cdot 58,1} = 0,015 \quad (2.1)$$

де ρ_{Σ} - радіус приведення, м;

$D_{нач}$ - діаметр початкового кола приводної зірочки;

i_{Σ} - передатне число системи.

$$\omega_{дв} = v/\rho_{\Sigma} = 0,88/0,015 = 58,67, \quad (2.2)$$

де $\omega_{дв}$ - швидкість обертання двигуна,

v - швидкість руху полотна.

$$F_{п.м.} = G \cdot \sin\alpha = \frac{2170}{2} = 1085, \quad (2.3)$$

де $F_{п.м.}$ - навантаження на ескалатор на погонний метр, Н.

$$F_{\Sigma} = F_{п.м.} \cdot l = 1085 \cdot 60 = 65,1, \quad (2.4)$$

де F_{Σ} - сумарне навантаження ескалатора, кН.

$$l = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{30}{0,5} = 60, \quad (2.5)$$

де l - довжина стрічки ескалатора, м.

$$M_c = \frac{F_{\Sigma} \cdot \rho_{\Sigma}}{\eta_{еп}} = \frac{65,1 \cdot 103 \cdot 0,015}{0,911} = 1072, \quad (2.6)$$

де M_c - статичний момент навантаження, Нм;

$\eta_{еп}$ - ККД електроприводу.

2.5. Розрахунок передатного числа редуктора і вибір електродвигуна
Вхідними даними для розрахунку є максимальний момент на
валу приводного двигуна, необхідна потужність і частота обертання.

$$M_{\max} = M_c = 1072, \text{ Нм}, \quad (2.7)$$

$$P_{\text{дв}} = 1072 \cdot 58,89 = 62,89 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

$P_{\text{дв}}$ - розрахункова потужність двигуна, кВт.

$$n = \frac{30\omega_{\text{дв}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 58,67}{3,14} = 560,5 \text{ об/мин}, \quad (2.9)$$

де n - розрахункова частота обертання, об / хв

За розрахунковим значенням вибираємо електродвигун з частотним
регулюванням: 4АНК315510У3. Технічні характеристики
електроприводу представлені в таблиці 2.

$P_{2\text{ном}} = 75 \text{ кВт}$, $I_{2\text{ном}} = 221 \text{ А}$, $U_{2\text{ном}} = 217 \text{ В}$, $S_{\text{ном}} = 4,5 \%$, $S_k = 15,8 \%$, $\eta = 90\%$, $J = 6,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $x_m = 3,5$, $x_1 = 0,14$, $x_2 = 0,99$, $R = 0,036$, $R = 0,052$

Таблиця 2 - Технічні характеристики електроприводу

Параметр	Позначення	Значення
Потужність номінальна, кВт	P_n	75
Номінальна частота обертання, об / хв	n_n	600
Номінальний струм (статора), А	I_n	157,8
Коефіцієнт потужності в номінальному режимі	$\cos\phi$	0,8
Пусковий струм, А	I_p	463,4
Пусковий момент, Нм	M_p	718
Максимальний (критичний) момент, Нм	M_{\max}	2254
Активний опір фазної обмотки статора, Ом	r_1	0,049
Момент інерції двигуна, кгм^2 (Нм)	$J_{\text{дв}}$	6,2

2.6. Вибір перетворювача частоти і система управління ескалатором

Для даних підйомно-транспортних механізмів характерні тривалі режими роботи в незмінному напрямку, змінюється характер навантаження, гальмівні і пускові режими під навантаженням. При цьому слід враховувати, що канатні дороги і ескалатори призначені для транспортування пасажирів а, отже, необхідно враховувати техніку безпеки та комфортності пасажирів під час руху підйомно-транспортних механізмів безперервної дії.

Вибір перетворювача частоти здійснений за потужністю двигуна і по напрузі живлення. З каталогу вибираємо перетворювач частоти виробництва Schneider Electric, потужність якого дорівнює або більше номінальної потужності двигуна. Вибираємо перетворювач частоти типу ATV61HD75M3X, його параметри представлені в таблиці, а його зовнішній вид показаний на малюнку. Також на малюнку 2, показана схема підключення перетворювача частоти ATV61HD75M3X до асинхронного двигуна підйомно-транспортного механізму типу 4АНК315510У3.

Таблиця 3 - Параметри перетворювача частоти

Потужність, кВт	75	
Лінійний струм	U _{ми н} , А	232
	U _{ма кс} , А	271
Макс. Лінійний струм К.З.	U _{ми н} . кА	35
	U _{ма кс} . кА	35
Ном. струм перетворювача, А	230	
Макс. перехід. струм, А	342	
Маса, кг	84	



Рисунок 1. Зовнішній вигляд перетворювача частоти

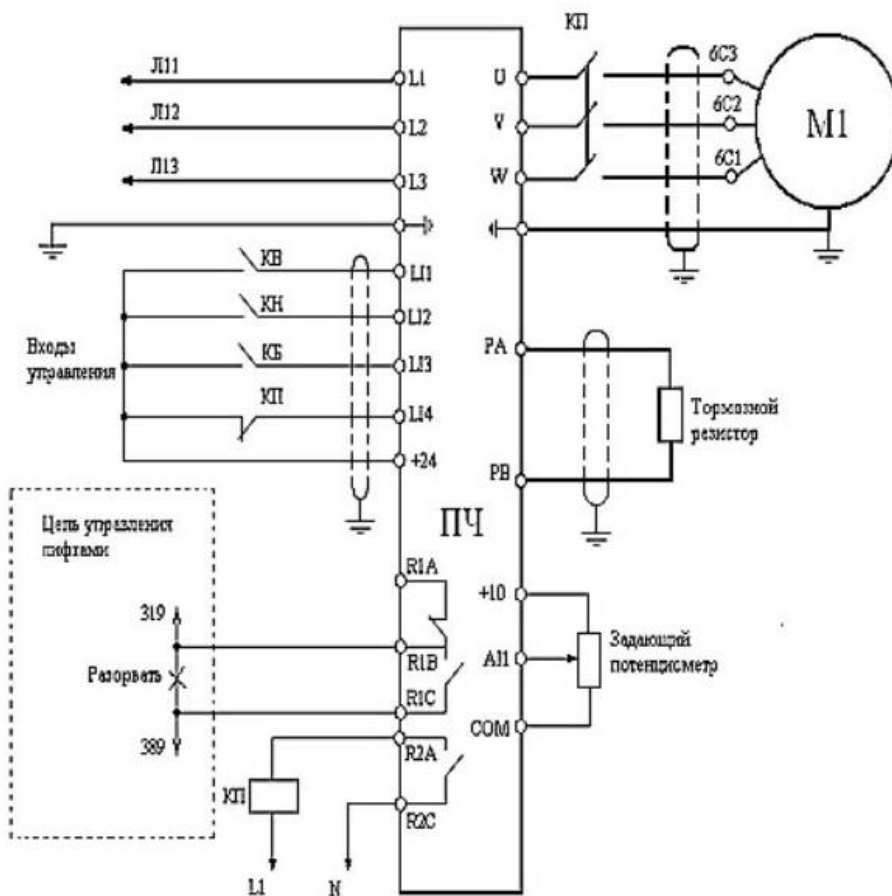


Рисунок 2. Схема підключення перетворювача частоти до мережі і до двигуна

3. Заходи з економії електроенергії

Одним з заходів економії електроенергії є встановлення статичних перетворювачів, тобто пристроїв з датчиками руху, що уповільнюють ескалатор, коли по ньому не їдуть пасажирів.

Така модернізація - це, в першу чергу, безпека пасажирів, адже ескалатор починає прискорюватися поступово.

А друге - це суттєва економія електроенергії.

Такі статичні перетворювачі дозволяють економити 60-70%, сповільнюючи рух ескалаторів при відсутності пасажирів до 0,1 м / с.

Ще одна перевага статичних перетворювачів: вони збільшують термін експлуатації ескалаторів між плановими ремонтними роботами. Адже за всіма правилами, коли ескалатор має певний «пробіг», потрібно проводити поточний ремонт.

Статичний перетворювач має шафу управління, де показуються всі показники: напрямок роботи, споживаний струм, швидкість руху. Це обладнання має гарантію на п'ять років і контроль проводиться в автоматичному режимі.

Також до заходів з економії електроенергії можна віднести:

- Застосування частотно-регульованих приводів на обладнанні зі змінним навантаженням
- Використання сучасних пристроїв плавного пуску обладнання. Це дозволяє не тільки заощадити електроенергію, а й захистити електродвигуни від виходу з ладу в процесі пуску
- Установка пристроїв компенсації реактивної потужності. Пристрої компенсації реактивної потужності дозволяють скоротити втрати в мережах електропостачання, а також поліпшити якість електроенергії
- Тепловізійне обстеження електроустаткування для виявлення місць перегріву і скорочення втрат електроенергії

- Оптимізація налаштувань і графіка роботи систем вентиляції і кондиціонування
- Застосування обладнання, що працює на нетрадиційних або поновлюваних джерелах енергії - сонячні батареї, вітряні електростанції, біогазові установки і міні гідроелектростанції
- Поступова заміна застарілого обладнання на обладнання з високим класом енергоефективності A - A ++.

4. Охорона праці

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проектованого автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру

Відповідно до теми роботи з розробки автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру та згідно ГОСТ 12.0.003-74 небезпечними і шкідливими виробничими факторами за своєю природою дії є фізичні та психофізіологічні фактори.

До фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів можна віднести:

- рухомі машини і механізми,
- підвищений рівень шуму на робочому місці
- підвищений рівень вібрації
- підвищений рівень статичної електрики
- відсутність або нестача природного світла
- недостатня освітленість робочої зони
- підвищена яскравість світла
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги).

До нервово-психічних перевантажень можна віднести:

- перенапруження аналізаторів
- монотонність праці.

Джерелами забруднення є електроприводу ескалатора торгового центру, а також його приводи та робочі органи, що постійно рухаються і можуть створювати шум, бруд.

4.2. Інженерно-технічні заходи з охорони праці

При розробці заходів з охорони праці при проектуванні автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру слід особливо увагу приділяти питанням безпеки ведення технологічних процесів та безпечної експлуатації автоматизованого електроприводу та ескалатора торгового центру в цілому.

При цьому основні параметри і розміри ескалаторів повинні відповідати зазначеним технічним вимогам до ескалаторів.

Кут нахилу ескалатора, тобто кут між горизонталлю і направляючими бігунків сходиць на похилій ділянці не повинен перевищувати 30°.

Таблиця 2 Основні параметри ескалатора

Параметри	Ескалатор міжповерховий
Швидкість руху сходового полотна в сталому режимі v , м / с (не більше)	0,55
Ширина сходового полотна B , мм (граничне відхилення +10 мм)	600, 800,1000
Висота щабля h , мм (не більше) при куті нахилу:	
35°	230
30°	205
Глибина щабля (проступи) C , мм (не менше)	390
Відстань по осях поручнів L , мм	$B+(300... 400)$

Найпростішими апаратами, що забезпечують захист електродвигунів і мережі від надмірно великих струмів (при коротких замиканнях), є плавкі запобіжники. Відключення ділянки короткого замикання цими апаратами відбувається шляхом перегорання спеціально розрахованої плавкої вставки запобіжника.

Також використовуються автоматичні вимикачі. Включають і відключають їх вручну. при зростанні струму апарат відключається автоматично тепловими або електромагнітними розцеплювачами. Вимикач може бути забезпечений трьома тепловими розцеплювачами, подібними по влаштуванню з біметалічними тепловими реле.

Ескалатор забезпечується двома гальмами і одним аварійним гальмом. Кожне гальмо забезпечує нормальне гальмування при повністю завантаженому ескалаторі.

Робочі гальма встановлюються безпосередньо у двигуні, а аварійне, яке розраховане на порушення зв'язку між двигуном і тягової зірочки, - безпосередньо у валу цієї зірочки.

Для плавного гальмування гальма забезпечуються масними демпферами і налаштовуються таким чином, що перший гальмо здійснює гальмування, а потім, коли двигун зупиняється, накладаються колодки другого гальма.

У разі обриву тягових ланцюгів сходове полотно залишається нерухомим за рахунок заклинювання ланцюга в спеціальних запобіжних шинах.

Захист від втрати живлення, перевантаження двигуна і перевищення температури підшипників діє з витримкою часу, яке визначається реле часу РО1 і РВП. Всі захисні механізми, за винятком реле швидкості РЦ, здійснюють зупинку двигуна його відключенням від мережі та накладенням робочого гальма.

Тільки в кінці процесу гальмування, після закінчення витримки часу реле накладається додаткове запобіжне гальмо. При спрацьовуванні реле швидкості або натисканні на кнопку аварійної зупинки одночасно накладаються 2 гальма.

4.3. Пожежна профілактика

Запобігання розповсюдженню пожежі досягається заходами, що обмежують площу, інтенсивність і тривалість горіння.

До них відносяться:

- конструктивні і об'ємно-планувальні рішення, що перешкоджають поширенню небезпечних факторів пожежі по приміщенню, між приміщеннями, між групами приміщень різної функціональної пожежної безпеки, між поверхами і секціями, між пожежними відсіками, а також між будівлями;
- обмеження пожежної безпеки будівельних матеріалів, використовуваних в поверхневих шарах конструкцій будівлі, в тому числі покрівель, оздоблень й облицювань фасадів, приміщень та шляхів евакуації;
- зниження технологічної вибухопожежної та пожежної безпеки приміщень і будівель;
- наявність первинних, в тому числі автоматичних і привізних засобів пожежогасіння;
- сигналізація і оповіщення про пожежу.

Пожежні датчики діляться на чотири основних види:

- теплові датчики
- димові датчики
- датчики полум'я
- комбіновані датчики

Розміщення пожежних сповіщувачів залежить від виду використовуваних пристроїв, висоти приміщення, що підлягає і його площі, встановлюється допустима відстань як від сповіщувача до стіни, так і між собою.

Рекомендується виготовляти ескалатори та пасажирські конвеєри з таких матеріалів, які не створюють додаткової небезпеки в разі пожежі.

Щоб уникнути ризику загоряння можливість застосування системи пожежогасіння і розташування елементів пожежогасіння (спринклери, форсунки системи водяного туману і т. і.) повинні бути узгоджені.

Скупчення матеріалів (наприклад, мастила, масла, пилу, паперу) створює небезпеку пожежі, тому необхідно забезпечити можливість чищення внутрішньої частини ескалатора.

Елементи конструкції ескалатора повинні бути випробувані щодо протипожежної безпеки.

В якості пожежних шляхів евакуації ескалатори не враховуються.

4.4. Заходи з ергономіки

Найбільш небезпечною причиною аварій та травматизму є прорахунки при розробці ескалатора торгового центру.

Основними найбільш суттєвими параметрами ескалатору з точки зору травматизму є:

- Швидкість руху робочих органів
- Можливість екстреного гальмування
- Конструктивні особливості ескалатора, серед яких ширина, довжина робочих площадок, висота перил та інші параметри ескалатора та його автоматизованого електроприводу

Побудова і експлуатація ескалаторів здійснюються за відповідними інструкціями.

Ескалатори доцільні при безперервному і інтенсивному потоці людей.

4.5. Розрахунок захисного заземлення

Важливим заходом, що забезпечує електробезпеку обслуговуючого персоналу, є захисне заземлення металевих, неструмоведучих частин електрообладнання приводу, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції електродвигуна, апаратів управління, мереж. У нашому випадку заземлення виносне. Заземлені провідники приєднуються одним кінцем до корпусу електрообладнання, яке може виявитися під напругою, іншим до заземлювальної магістралі. Захисна дія виносного заземлення обумовлено тільки малою величиною його опору. Згідно з існуючими правилами опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

В якості заземлювачів використовуються труби діаметром 4.5 см і довжиною 2.7 м, смугова сталь перетином 48 на 4 мм. Заземлювачі розташовані в ряд і з'єднані сталеву смугою.

Трубчасті заземлення встановлюються в землю на глибину рівну 0.81 м. Величину відстані між заземлювачами приймемо рівної трьом довжинам.

$$a = 3 \cdot L_e = 3 \cdot 2,7 = 8,1 \text{ м.}$$

Верхні кінці заземлювачів з'єднані за допомогою смугової сталі.

Схема пристрою захисного заземлення наведена на рисунку 4.1.

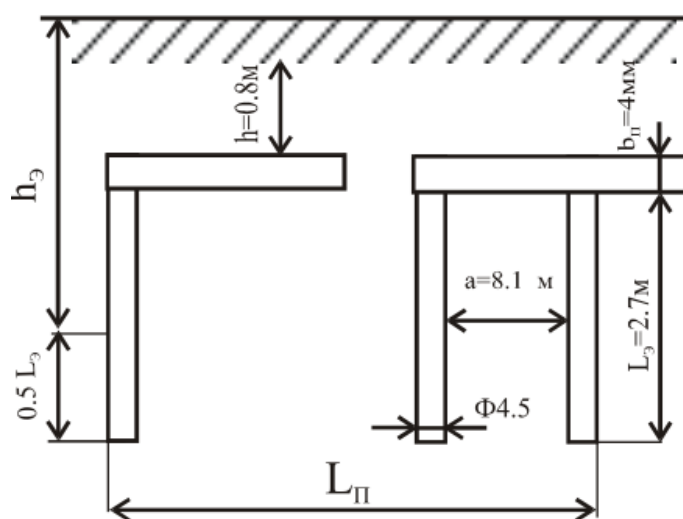


Рисунок 4.1 – Схема пристрою захисного заземлення.

Розрахунок пристрою захисного заземлення виконаною за методикою, викладеною в [19], при цьому будемо враховувати деякі фактори, такі як:

- кліматична зона - центральний район;
- вид ґрунту - суглинок;
- розташування електродів - в ряд.

Питомий електричний опір ґрунту в зоні розміщення заземлювачів визначається за формулою:

$$\rho = \rho_m \cdot K_c = 100 \cdot 1,3 = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

де $\rho_m = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ - табличне значення питомого опору ґрунту [19];

K_c - коефіцієнт сезонності.

Опір електрода:

$$\begin{aligned} R_e &= \frac{0,366 \cdot \rho}{L_e} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot L_e}{d_e} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot h_e + L_e}{4 \cdot h_e - L_e} \right) = \\ &= \frac{0,366 \cdot 130}{2,7} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,045} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot 2,15 + 2,7}{4 \cdot 2,15 - 2,7} \right) = 95,5 \text{ Ом}, \end{aligned}$$

де L_e – довжина електрода;

$d_e = 0.045 \text{ м}$ – діаметр електрода;

h_e – висота електрода.

$$h_e = h + 0,5 \cdot L_e = 0,8 + 0,5 \cdot 2,7 = 2,15 \text{ м}.$$

Кількість необхідних електродів попередньо:

$$n' = \frac{R_e}{R_3} = \frac{95,5}{4} = 24.$$

Приймаємо коефіцієнт використання електродів $\eta_e = 0,77$.

Потрібна кількість електродів дорівнюватиме:

$$n = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_3} = \frac{95,5}{0,77 \cdot 4} = 31 \text{ шт.}$$

Довжину сполучної смуги за формулою:

$$L_{\Pi} = a \cdot n = 8,1 \cdot 31 = 251,1 \text{ м}.$$

Опір сполучної смуги:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho \cdot K_r \cdot 0,366}{L_{\Pi}} \cdot \lg \frac{2 \cdot L_{\Pi}^2}{h_{\Pi} \cdot b_{\Pi}} = \frac{130 \cdot 4 \cdot 0,366}{251,1} \cdot \lg \frac{2 \cdot 251,1^2}{0,048 \cdot 0,004} = 15,4 \text{ Ом.}$$

Загальний опір захисного заземлення:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_e \cdot R_{\Pi}}{R_e \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi} \cdot n} = \frac{95,5 \cdot 15,4}{95,5 \cdot 0,65 + 15,4 \cdot 0,77 \cdot 31} = 3,4 \text{ Ом,}$$

де

$\eta_{\Pi} = 0,65$ - коефіцієнт використання смуги.

За результатами розрахунку зробимо перевірку:

$$R_{\Sigma} < R_3 = 3,4 < 4.$$

Отриманий результат задовольняє вимогам і, отже, захисне заземлення вибрано вірно.

5. Економічна частина

5.1. Вступ

Доцільність проектування автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру визначається проведенням техніко-економічного обґрунтування.

Актуальність проектування автоматизованого електроприводу ескалатора торгового центру обумовлюється значним обсягом побудови торговельних комплексів в Україні в останні роки, а отже в багатьох торговельних центрах для організації процесу переміщення відвідувачів використовуються ескалатори, які повинні мати електропривід, а отже проектування автоматизованого електроприводу для таких ескалаторів є досить актуальним.

Вирішення розглянутої в кваліфікаційній роботі задачі дозволить оптимізувати потоки відвідувачів торговельного центру, підвищити їх відвідування на верхніх поверхах, сприятиме покращенню роботи підприємств на базі торговельного комплексу, а отже і збільшенню їх виручки, а значить і платоспроможності для сплати арендних платежів, які, відповідно, можна бути підвищити і зменшити період окупності будівництва самого торговельного комплексу.

В рамках виконання роботи буде проведено наступні роботи:

- Розрахунок капітальних витрат
- Визначення експлуатаційних витрат.

В результаті розрахунків будуть наведені передбачувані результати від впровадження нового електротехнічного обладнання, а також ефект від використання електромеханічних систем автоматизації та інших заходів і, як результат, розраховано економічна доцільність використання електроприводу ескалатора торгового центру.

5.2. Розрахунок капітальних витрат

Капітальними інвестиціями називаються кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні інвестиції з реалізації проектного технічного рішення можуть розраховуватися за формулою:

$$K_{np} = K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{тзс} + Z_m + Z_n + Z_{np},$$

де $K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right)$ – вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення тощо) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів i - го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

k - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{тзс}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати;

Z_m – витрати на монтажні роботи;

Z_n - витрати на налагоджувальні роботи;

Z_{np} – інші одноразові вкладення грошових коштів.

Розрахунок капітальних витрат наведено в таблиці

Таблиця 3 Зведення капітальних витрат на обладнання

№ з/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Ескалатор	1	650000	650000
2	Двигун	1	155 000	155 000
3	Вимикач	2	42 992	85 984
4	Запобіжник	6	37 579	225 478
5	Блок живлення	1	1 258	1 258
	ВСЬОГО			1117720

Таблиця 4 Зведення капітальних витрат на роботи з монтажу

Найменування робіт	Показник	Сума, грн.
Монтажно-налагоджувальні роботи	0,1 $K_{об}$	111772
Транспортно-заготівельні і складські витрати	0,07 $K_{об}$	78240,4
Планові накопичення	0,03 $K_{об}$	33531,6

Основні капітальні вкладення складають:

$$K_{np} = K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{mzc} + Z_m + Z_n + Z_{np} = 1117720 + 111772 + 78240,4 + 33531,6 = 1341264$$

грн.

5.3. Визначення експлуатаційних витрат

Експлуатаційними витратами називаються поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
- єдиний соціальний внесок (C_c);
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (C_m);
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії ($C_э$);
- інші експлуатаційні витрати (C_{np}).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_m + C_э + C_{np}, \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування (C_a) розраховуються за прямолінійним (пропорційним) методом, коли річна сума амортизації визначається діленням

вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_{\text{п}} - \text{Л}, \quad (4.4)$$

де $\Phi_{\text{п}}$ – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$N_a = \frac{\Phi_{\text{п}} - \text{Л}}{\Phi_{\text{п}} \cdot T_{\text{п}}} \cdot 100, \% , \quad (4.5)$$

де $T_{\text{п}}$ – термін корисного використання (амортизаційний період).

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_{\text{п}} \cdot N_a}{100} \quad \text{або} \quad AO = \frac{\Phi_{\text{п}} - \Phi_{\text{л}}}{T_{\text{п}}} , \quad (4.6)$$

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат. Результати розрахунків заносяться в таблицю.

Таблиця 5 Розрахунок амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
1.	Ескалатор	650000	5	32500
2.	Двигун	155 000	5	7750
3.	Вимикач	85 984	5	4299,2
4.	Запобіжник	225 478	5	11273,9
5.	Блок живлення	1 258	5	62,9

Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (Ст) включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації можна розрахувати за формулою:

$$Z_{m.p.} = \sum_{i=1}^n \left(R_i \cdot t_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{S_i \cdot \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\phi} \right) \quad (4.9)$$

де n – число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

R_i – годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

t_i – трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту год./ од. .:

- малого - 1,2;
- середнього - 7,0;
- капітального - 15,0.

m_i – число ремонтів за рік (наприклад, для закритих електромашин число малих ремонтів - 2, середніх - 1, капітальних - 0,1);

R_{Σ} – сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання:

- ✓ асинхронний двигун від 0,5 до 5 кВт - 1,3;
- ✓ асинхронний двигун від 5 до 10 кВт - 2,1;
- ✓ асинхронний двигун від 55 до 75 кВт - 6,0;
- ✓ машини постійного струму від 0,5 до 5 кВт - 2,5;
- ✓ електродвигуни та генератори постійного струму від 55 до 75 кВт - 10,0.

S_i - вартість однотипних замінних елементів, грн.;

Π – кількість однотипних замінних елементів;

T – середній термін служби деталей даного типу, год.;

T_{ϕ} – число годин роботи апаратури на рік, год.

$$Z_{т.р} = \sum_{i=1}^n (R_i * t_i * m_i * R_{\Sigma i} + \frac{S_i * \Pi_i}{T_i} * T_{\phi}) == \left(17 * 7 * 1 * 6 + \frac{200 * 2}{3000} * 1200 \right) = 874 \text{ грн.}$$

Вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії (C_3), споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування, втрат електроенергії та тарифу за формулою:

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн.}, \quad (4.10)$$

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт • год;

C_e – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, 1,68 грн. / кВт • год;

Річний фонд робочого часу об'єкта проектування (F_n) визначається режимом роботи технологічних процесів, які він обслуговує, і може не збігатися з річним фондом робочого часу працівників. Розрахунок F_n наводиться в пояснювальній записці.

$$W_p = P_1 \cdot T = 39,7 \cdot 6000 = 238\,200 \text{ кВт}$$

Врахуємо втрати, прийнявши їх на рівні 10% від річних:

$$W_p \text{ сум} = 1,1 \cdot W_{r1} = 1,1 \cdot 238\,200 = 262\,020 \text{ кВт}$$

Тоді C_3 буде:

$$C_3 = 262\,020 \cdot 1,68 = 440\,193,6 \text{ грн.}$$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = 55886 + 874 + 440193,6 = 496953,6 \text{ грн}$$

Висновки

У розрахунках економічного розділу були отримані значення проектних капіталовкладень – 1341264 грн.; річних експлуатаційних витрат – 496953,6 грн.; а саме: амортизаційні відраховування – 55886 грн.; вартість електроенергії – 440193,6 грн. споживаної об'єктом проектування впродовж року, витрат на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації – 874 грн.

Таким чином, можна сказати, що роботі по автоматизації електропривода ескалатора торгового центру є економічно вигідним рішенням. Це дозволить контролювати швидкість, підвищить надійність роботи і системи в цілому, дозволить економити електроенергію та підвищить точність регулювання.

Висновки кваліфікаційної роботи

В даний час на ескаляторах, які відносяться до підйомно-транспортних механізмів безперервної дії (ПТМ НД) широко використовується привід з асинхронним двигуном з фазним ротором і релейно-контакторними системами управління. Ці системи електроприводу у багатьох випадках мають незадовільні динамічні режими внаслідок обмеженого числа пускових ступенів. Такі системи резисторного управління асинхронним двигуном з фазним ротором нееконімічні в експлуатації, так як енергія ковзання, що виводиться з двигуна, перетворюється на теплову енергію на струмо-обмежуючих резисторах.

Крім того, дані системи мають низьку надійність, що важливо при транспортуванні пасажирів. У зв'язку з чим тема кваліфікаційної роботи пов'язана з розробкою енергозберігаючого та надійного частотнорегульованого електропривода ескалятора за схемою ПЧ-АД є актуальною.

Ескалатори відносяться до підйомно-транспортних механізмів безперервної дії (ПТМ НД). В торговельних центрах багатьох країн такі ПТМ НД як ескалатори є основним засобом транспортування пасажирів між поверхами, їх провізна здатність і надійність визначають весь процес потоку людей в торговельному центрі.

В наш час на ескаляторах широко використовується електропривод з асинхронним двигуном з фазним ротором і релейно-контакторних системами управління. Однак підвищення вартості електроенергії призвело до того, що при тривалому режимі роботи вартість електроенергії від сумарної вартості транспортування пасажирів або матеріалу складає 70-80%. У цих умовах проблеми енергозбереження стають актуальними і вимагають переходу до більш економічних регульовань приводами з автоматичним вибором режиму роботи.

Список використаної літератури

1. Попович М.Г. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та Електроприводи: Навч. посібник. - К .: Либідь, 2005. - 680 с.
2. Бичков В.П. Електропривод і автоматизація: Учеб. посібник. - М .: Вища. шк., 1987. - 312 с.
3. Колб А.А. Теорія електропривода: Навч. посібник. - Д .: НГУ, 2006. - 511 с.
4. Довідник з автоматизованого електроприводу. Під ред. В.А.Елісеєва і А.В. Шінянського. - М .: Вища школа, 1983. - 616 с.
5. Попович М.Г. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та Електроприводи: Навч. посібник. - К .: Либідь, 2005. - 680 с.
6. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовський Г.Г. Управління електроприводами: Навчальний посібник для ВНЗ. – Л .: Енергоіздат., 1982.- 392 с.
7. Ключів В.І. Теорія електроприводу: Посібник для вузів. 2-е вид. перераб. і доп. – М .: Вища школа, 1998. 704 с.
8. Комплектні тиристорні електроприводи: Довідник / І.Х. Євзеров, А.С. Горобець, Б.І. Мошковіч і ін .; Під ред. канд. техн. наук В.М. Перельмутера. М .: Вища школа, 1988. 319 с .
9. Казачковській М.М. Комплектні Електроприводи: Навч. посібник / М.М. Казачковській. - Дніпропетровськ: НГУ, 2003. - 26 с.
10. Довідник з проектування автоматизованого електроприводу і систем управління технологічними процесами / Під ред. В.І. Круповіча, Ю.Г. Барибіна, М.Л. Самовер. - 3-е изд., Перераб. і доп. - М .: Енергоіздат, 1982. - 416 с.
11. Перетворювачі частоти Altivar Process ATV630, ATV650: Каталог. - К .: Schneider Electric, 2015 - 66 с.