

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЕЛЕКТРОВОЗА
ЗМІННОГО СТРУМУ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

КРМ.273.14.01.25.01 ПЗ

Розробив студент групи 214-ЕЕ-Д25
спеціальності 273 освітньої програми
«Електровози та електропоїзди»
Богдан Є. В.

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Семененко О. І.

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Карпенко Н. П.

РЕФЕРАТ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 92 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 8 таблиць, 11 літературних джерел.

Ключові слова: АСИНХРОННІ ДВИГУНИ, ЕЛЕКТРОВАЗ ЗМІННОГО СТРУМУ, ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ПЕРЕТВОРЮВАЧ, ВИПРЯМЛЯЧ, ТРИФАЗНИЙ ІНВЕРТОР НАПРУГИ, БІПОЛЯРНІ ТРАНЗИСТОРИ З ІЗОЛЬОВАНИМ ЗАТВОРОМ.

Об'єктом дослідження є електромагнітні процеси в тягових електроприводах електровозів змінного струму з асинхронними двигунами.

Метою дослідження є підвищення ефективності тягових перетворювачів електровозів змінного струму з асинхронними двигунами.

У роботі проведено дослідження існуючих та перспективних варіантів структур тягових перетворювачів електровозів змінного струму з асинхронними двигунами. В результаті аналізу електровозів змінного струму з асинхронними двигунами запропоновано при модернізації застосовувати тяговий перетворювач на базі трифазного мостового дворівневого інвертора напруги. В якості вхідного перетворювача застосувати випрямляч з широтно-імпульсним регулюванням.

Визначено основні параметри, проведено вибір і тепловий розрахунок біполярних транзисторів з ізолюваним затвором силових ключів та фільтрового обладнання тягових перетворювачів для електровоза змінного струму з асинхронними двигунами.

ABSTRACT

This qualifying work includes 11 presentation slides, 92 sheets explanatory note A4, including 15 figures, 8 tables, 11 sources informations.

Keywords: ASYNCHRONOUS MOTORS, AC ELECTRIC CURRENT, TRACTION ELECTRIC DRIVE, CONVERTER, RECTIFIER, THREE-PHASE VOLTAGE INVERTER, BIPOLAR TRANSISTORS WITH INSULATED GATE.

The object of the research is electromagnetic processes in traction electric drives of AC electric locomotives with asynchronous motors.

The purpose of the research is to increase the efficiency of traction converters of AC electric locomotives with asynchronous motors

The work conducted a study of existing and promising options for the structures of traction converters of AC electric locomotives with asynchronous motors. As a result of the analysis of AC electric locomotives with asynchronous motors, it was proposed to use a traction converter based on a three-phase bridge two-level voltage inverter during modernization. As an input converter, a rectifier with pulse-width regulation should be used.

The main parameters were determined, the selection and thermal calculation of bipolar transistors with an isolated gate of power switches and filter equipment of traction converters of alternating current electric locomotives with asynchronous motors was carried out.

Зміст

Вступ.....	8
1 Аналіз технічних характеристик та електрообладнання вантажного електровозу змінного струму ВЛ80С.....	11
1.1 Основні технічні характеристики електровозу ВЛ80С	11
1.2 Електрообладнання електровоза	14
2 Дослідження структур тягових перетворювачів електрорухомого складу змінного струму з асинхронними тяговими двигунами	23
2.1 Вибір та обґрунтування силової схеми автономного інвертора напруги.....	23
2.2 Тягові перетворювачі електровозів МІТРАС.....	25
2.3 Тяговий перетворювач електровозу НХДЗВ	28
2.4 Вибір силової схеми вхідного перетворювача.....	30
3 Розрахунок силової схеми тягового перетворювача	34
3.1 Розрахунок основних параметрів трифазного мостового інвертора напруги	35
3.2 Тепловий розрахунок ключів мостового інвертора напруги	38
3.3 Розрахунок вхідного чотириквADRантного перетворювача електровоза змінного струму	41
3.4 Тепловий розрахунок ключів для чотириквADRантного перетворювача.....	45
3.5 Розрахунок фільтра трифазного інвертора	47
3.6 Розрахунок конструкції дроселя вхідного фільтра інвертора	49
3.7 Розрахунок основних параметрів трифазного інвертора напруги живлення допоміжного електроприводу електровоза	52
3.8 Розрахунок вхідного чотириквADRантного перетворювача бортової системи живлення електровоза	56

					КРМ.273.14.01.25.01 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Богдан Є.В.			Дослідження тягового електроприводу електровоза змінного струму з асинхронними двигунами	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Семененко О.І.					6	92
Реценз.		Карпенко Н.П.				УкрДУЗТ		
Н. контр.		Семененко О.І.						
Затверд.		Бабаєв М.М.						

4	Визначення економічного ефекту від модернізації електровозу змінного струму з асинхронними тяговими двигунами	63
4.1	Загальна характеристика заходу, порівняльний аналіз реостатної системи керування та системи керування асинхронними тяговими двигунами	63
4.2	Методика розрахунку економічного ефекту	64
4.3	Розрахунок показників використання	67
4.4	Розрахунок економії експлуатаційних витрат	70
4.5	Розрахунок капітальних витрат	77
4.6	Розрахунок економічного ефекту	79
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	81
5.1	Коротка характеристика проєктованого об'єкту	82
5.2	Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів при виконанні робіт по модернізації електровозів	82
5.3	Заходи по створенню безпечних умов праці	83
5.4	Розрахунок штучного заземлення	84
5.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	88
	Висновки	89
	Список використаних джерел.....	91
	Додаток А	93

Вступ

Залізничний транспорт краще ніж інші пристосований до масових перевезень пасажирів та вантажів. Він працює вдень і вночі незалежно від пори року та кліматичних умов. За розмірами вантажообігу залізничний транспорт в Україні займає перше місце. Крім цього на залізницях порівняно невелика собівартість перевезень та висока швидкість доставки вантажів. Залізничний транспорт є універсальним видом для перевезень різних видів вантажів у міжобласних та у міжрайонних сполученнях.

На залізничному транспорті висока частка витрат, що мало залежать від розмірів руху (ремонт будівель та інших пристроїв, утримання адміністративно-технічного персоналу). Ця частка складає близько половини загальних витрат з експлуатації. Це визначає ефективність застосування залізниць при значній концентрації вантажних потоків.

На залізницях України експлуатується широкий набір електровозів багатьох серій. Електровози мають високі економічні показники і ряд технічних переваг порівняно з локомотивами інших видів. Введення електричної тяги на вантажонапружених лініях приводить до значного зростання пропускної і провізної можливості, зниження експлуатаційних витрат на обслуговування локомотивів, а також дає змогу запобігти забрудненню навколишнього середовища.

Електровози змінного струму всіх різновидів обладнані колекторними тяговими електродвигунами і є локомотивами залізничних ліній, електрифікованих на змінному струмі напругою 25 кВ та частотою 50 Гц. Ці електровози будувались із силовими статичними установками, які перетворюють змінний струм високої напруги у постійний пульсуючий напругою близько 1000 В за допомогою тягового трансформатора та напівпровідникового випрямляча.

Колекторні тягові двигуни, що застосовуються на ЕРС, поряд зі сприятливими тяговими властивостями й відносно високими техніко-

економічними показниками мають серйозні недоліки, пов'язані, у першу чергу, з наявністю колектора й щіткового апарата. Наявність колекторно-щіткового вузла знижує експлуатаційну надійність, ускладнює ремонт тягового двигуна й збільшує витрати на технічне утримання ЕРС. Задача значного збільшення потужності ЕРС при одночасному підвищенні надійності може бути вирішена шляхом переходу на безколекторні тягові двигуни (вентильні й асинхронні).

Важливе значення для експлуатації має надійність системи. Підвищення надійності асинхронних тягових двигунів і відсутність колекторно-щіткового вузла визначається самою конструкцією асинхронної машини. Асинхронний двигун з короткозамкненим ротором має тільки одну обмотку статора, виконану з дуже надійною ізоляцією. Тому АТД не вимагає періодичних оглядів кваліфікованими слюсарями-мотористами. Його обслуговування зводиться тільки до запресовування змащення в підшипники. Це дозволяє вирішити важливе соціологічну задачу, що полягає в ліквідації важких умов роботи слюсарів-мотористів. Дуже важливим показником ефективності впровадження асинхронного тягового приводу є витрати на утримання електровоза в умовах експлуатації.

Сучасні напівпровідникові перетворювачі електровозів призначені для керування їх тяговими електродвигунами: регулювання швидкості, переходу від режиму тяги до електричного гальмування та безконтактної зміни напрямку руху – реверсу. Застосування тягового асинхронного електроприводу на електровозах залізниць дозволяє:

- збільшити в разі потреби у 1,5-2 рази осьову потужність;
- підвищити зчеплення коліс з рейками на 20-30%;
- практично усунути контактну апаратуру з силових кіл електровозів;
- знизити експлуатаційні затрати до 40%;
- збільшити термін служби силового електрообладнання.

Сьогодні виготовляється закордонними виробниками широкий спектр високовольтних напівпровідникових керованих приладів, що дозволяє проектувати та виробляти напівпровідникові тягові перетворювачі для

електроприводів із трифазними асинхронними двигунами. В даній кваліфікаційній роботі досліджено застосування сучасних тягових перетворювачів для електроприводів з асинхронними двигунами при модернізації існуючих вантажних електровозів змінного струму.

Список використаних джерел

1. Сайт https://www.google.com/search?client=firefox-b-&hs=3Cyo&sca_esv=4adba2849009b538&sxsrf=AE3TifOMhfmbZQLy0s9KMC-x3vnrw6lEeZA:1765636140458&q=%D0%92%D0%9B80%D0%A1+%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8&sa=X&ved=2ahUKEwjgmdGX47qRAxUtHhAIHS4KNGwQ1QJ6BAhWEAE&biw=1920&bih=947&dpr=1.
2. Теорія електричної тяги: підручник: у 2 т. / Г. К. Гетьман; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 492 с.
3. Сайт <https://document/253044634/Bombardier-Transportation-EPD-MITRAC-TC-3300>.
4. Статичні перетворювачі тягового рухомого складу: Навч. посібник / Ю. П. Гончаров, М. В. Панасенко та ін./ За ред. Ю. П. Гончарова – Харків: НТУ «ХП», 2007. - 192с.
5. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії : навч. посібник / О. О. Шавьолкін; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 403 с.
6. Сенько В. І., Панасенко М. В., Юрченко М. М. та ін.. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник у 4-х томах / За ред. В. І. Сенька. Т.1. Елементна база електронних пристроїв. – К.: Обереги, 2000. – 300 с.
7. Семененко О.І., Семененко Ю.О. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни Тягові статичні перетворювачі на тему “Модернізація тягового електроприводу ЕРС з асинхронними двигунами”. Харків: УкрДУЗТ, 2017 – 24 с.
8. Гончаров Ю.П., Будьонний О.В., Морозов В.Т., Панасенко М.В., Ромашко В.Я., Руденко В.С. Перетворювальна техніка: Підручник/ За ред. В.С. Руденка.– Харків: Фоліо, 2000. Ч.2. – 360 с.
9. Калабухін Ю.Є., Шраменко О.В. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності “Електричний транспорт” всіх форм

навчання «Визначення економічної ефективності заходів науково-технічного прогресу на залізничному транспорті». Харків: УкрДУЗТ, 2007 – 20 с.

10. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: навч. посіб. / А. В. Русаловський – 4-те вид., допов. і переробл. – К.: Університет «Україна», 2009. – 295 с.

11. Новий російсько-український словник-довідник: 100000 термінів / за ред. С. Я. Єрмоленко. – 2-ге вид., допов. – К. : Довіра: Рідна мова, 1999. – 877 с.