

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

На правах рукопису

Бобрицький Сергій Владиславович

УДК 629.42: 62-233.3/.9

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ
ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО
СКЛАДУ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеню

кандидата технічних наук

Науковий керівник

Мороз Володимир Ілліч

доктор технічних наук, професор

Харків – 2012

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
...	4
РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ.....	11
.....	11
1.1 Аналіз особливостей конструкції тягових приводів рухомого складу залізниць.....	11
1.2 Тягові зубчаті передачі моторвагонного рухомого складу.....	22
1.3 Аналіз існуючих технологій проектування тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу	29
1.4 Аналіз особливостей ремонту тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу.....	39
1.5 Висновки за розділом 1.....	52
РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ.....	53
2.1 Уточнений метод розрахунку конструкційних параметрів зубчатих коліс та характеристик зачеплення тягових зубчатих передач	53
2.2 Розрахунково-експериментальний метод визначення ступеня	71

експлуатаційних зносів зубчатих коліс тягових зубчатих передач..	
2.3 Моделювання характеристик зачеплення тягових зубчатих передач з реальними профілями зубців.....	81
2.4 Висновки за розділом 2.....	91
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕМОНТУ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	92
3.1 Проектування нової тягової зубчатої передачі для електропоїзду серії ЕР-2	92
3.2 Розрахункове - експериментальні дослідження особливостей зносу тягових зубчатих передач електропоїздів серії ЕР-2.....	10 7
3.3 Удосконалення технології ремонту тягових зубчатих передач	11 9
3.4 Оцінка економічної ефективності від впровадження запропонованих технічних рішень з удосконалення методів ремонту тягових зубчастих передач рухомого складу	13 3
3.5 Висновки за розділом 3.....	14 0
ВИСНОВКИ.....	14 2
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	14 5

Додаток А. Лінії зачеплення пар “шестерня – зубчате колесо”.....	15
.....	6
Додаток Б. Графіки зміни кутових швидкостей пар “шестерня – зубчате колесо” із встановленими ступенями зносів за період зачеплення.....	16
.....	1
Додаток В. Графіки зміни кутових прискорень пар “шестерня – зубчате колесо” із встановленими ступенями зносів за період зачеплення.....	16
...	8
Додаток Д. Графіки зміни миттєвого передаточного відношення пар “шестерня – зубчате колесо” із встановленими ступенями зносів за період зачеплення.....	17
.....	5
Додаток Е. Матеріали патенту на винахід № 94015.....	18
.....	2
Додаток Ж. Акт впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту.....	18
.....	7
Додаток З. Акт впровадження результатів дисертаційної роботи в моторвагонному депо “Харків”.....	18
.....	8

ВСТУП

Актуальність теми. Одним з найважливіших показників, що відображають розвиток індустріальної європейської держави, є обсяг внутрішніх вантажних та пасажирських перевезень. В Україні на залізничний транспорт припадає 49 % вантажообігу та більше ніж 43 % пасажирообігу. За оцінками спеціалістів більша частина (біля 70 %) обсягу пасажирських перевезень припадає на приміське сполучення, що пояснюється концентрацією значних приміських пасажиропотоків навколо великих промислових центрів.

Приміські перевезення на залізницях виконуються моторвагонним рухомим складом (МВРС), який об'єднує електропоїзди (63 % парку), дизель-поїзди (36 %) та рейкові автобуси (1%). Тому, Державними цільовими програмами розвитку залізничного транспорту України в якості пріоритетного напрямку в забезпеченні високої якості приміських перевезень визначено подальший розвиток електричного приміського транспорту.

На цей час парк МВРС України, в основному, представлений електропоїздами (ЕП) постійного струму (серії ЕР-1, ЕР-2, ЕР-2т, ЕР-2р, ЕТ-2, ЕД-2т, ЕПЛ-2т) та змінного струму (серії ЕР-9п, ЕР-9м, ЕР-9т, ЕР-9е, ЕПЛ-9т, ЕД-9м), більша частина з яких працює у наднормативний термін. З урахуванням повільного впровадження нових серій ЕП, актуальності набувають науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, спрямовані на обґрунтоване подовження встановлених заводами-виробниками строків експлуатації МВРС. Серед комплексу таких робіт слід виділити розробки, спрямовані на забезпечення експлуатаційної надійності та довговічності основних конструктивних модулів секцій ЕП, до яких відноситься екіпажна частина, тяговий привод і, зокрема, тягова зубчата передача (ТЗП).

Державною цільовою програмою реформування залізничного транспорту на 2010-2015 роки, затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року №1390 та Стратегію розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року №1555-

р. визначено заходи зі створення і впровадження рухомого складу нового покоління, а також модернізації існуючого парку.

Результати досліджень, проведених в Українській державній академії залізничного транспорту, показали, що однією з головних причин появи відказів тягових приводів в експлуатації МВРС є недостатній рівень надійності тягових зубчатих передач, що визначається використанням спрощеної технології їх розрахунку і ремонтів.

Це обґрунтовує актуальність проведення наукових досліджень, спрямованих на удосконалення технології проектування та ремонту ТЗП, а також розробку рекомендацій щодо підвищення їх надійності та довговічності в експлуатації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає Державній цільовій програмі реформування залізничного транспорту на 2010 – 2015 роки, затвердженій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року № 1390 та Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року № 1555 – р.

Наукові результати дисертаційної роботи отримані при виконанні планів держбюджетної теми «Розробка нових методів проектування та дослідження механічних систем технічних засобів залізничного рухомого складу» (ДР 0111U002237).

Мета і задачі дослідження. Дисертаційна робота спрямована на удосконалення технології проектування та ремонту тягових зубчатих передач з метою поліпшення їх експлуатаційних характеристик.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати аналіз особливостей конструкції тягових приводів рухомого складу залізниць;
- розробити описання структури та особливостей конструкції тягових приводів;

– обґрунтувати перспективні напрямки удосконалення технології проектування та ремонту ТЗП рухомого складу;

– розробити процедури вибору оптимальних значень коефіцієнтів зміщення і уточненого визначення коефіцієнтів форми зубців при проектуванні ТЗП;

– розробити новий спосіб визначення експлуатаційних зносів ТЗП на основі отримання та аналізу цифрового описання (цифрових версій) профілів зубців шестерні і колеса;

– забезпечити математичне моделювання характеристик зачеплення в ТЗП з реальними профілями зубців;

– провести розрахунково – експериментальні дослідження з визначення характеристик зачеплення ТЗП електропоїздів серії ЕР-2 з різним ступенем встановлених експлуатаційних зносів зубчатих коліс;

– розробити рекомендації з поліпшення характеристик функціонування ТЗП за рахунок запропонованих підходів до їх проектування та ремонту;

– оцінити економічну ефективність від впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Об'єкт дослідження – процес проектування та ремонту тягових зубчатих передач сучасного моторвагонного рухомого складу.

Предмет дослідження – удосконалення технології проектування ТЗП за рахунок обґрунтованого вибору розрахункових параметрів зубчатих коліс; нова технологія уточненого визначення експлуатаційних зносів профілів зубців зубчатих коліс та оцінювання характеристик зачеплення ТЗП з різними ступенями зносу коліс при проведенні ремонтів.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційної роботи використовувались: сучасні методи дослідження та удосконалення конструкції рухомого складу; методи теорії багаторівневих ієрархічних систем при розробці формалізованого описання та структурних формул тягових приводів рухомого складу; сучасні методи проектування ТЗП; методи математичного планування експерименту та методи лінійної алгебри

при удосконаленні конструкції МВРС; методи теорії машин і механізмів при дослідженні показників якості зачеплення зубчатих коліс; методи теорії надійності при оцінюванні надійності зубчатих коліс, що були в експлуатації; сучасні методи експериментальних досліджень при визначенні показників зачеплення зубчатих коліс ТЗП.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

– запропоноване формалізоване описання тягових приводів сучасного рухомого складу у вигляді відповідних структурних формул, які враховують особливості конструкції і функціонування основних взаємопов'язаних модулів ТП різних класів. Це дозволяє вирішувати задачі з удосконалення окремих елементів конструкції і тягових приводів в цілому з використанням відповідних технологій проектування та ремонту;

– розроблена удосконалена технологія проектування ТЗП, яка на відміну від існуючих передбачає використання процедури вибору оптимальних значень коефіцієнтів зміщення і уточненого визначення коефіцієнтів форми зубців. Це забезпечить проектування передач з найкращими якісними показниками і уточненими показниками міцності;

– удосконалено технологію ремонту ТЗП за рахунок використання нового патенто захищеного способу визначення експлуатаційних зносів зубців зубчатих коліс. В її основу закладено отримання, розпізнавання та аналіз цифрових описань профілів зубців шестерень і коліс при здійсненні ремонтів. При цьому забезпечується уточнене оцінювання технічного стану зубчатих коліс і підвищення якості ремонту ТЗП в цілому;

– отримано математичні залежності, які дозволяють визначати основні показники ТЗП, в яких використовуються шестерні та зубчаті колеса з різними ступенями зносу зубців.

Дістали подальшого розвитку:

– методи отримання характеристик зачеплення і визначення якісних показників ТЗП. Запропоновано використання уточнених координат контактуючих профілів зубців (цифрових описань профілів зубців шестерні та колеса);

– підходи до оцінювання надійності ТЗП з урахуванням експлуатаційних зносів зубчатих коліс.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали дисертаційної роботи орієнтовано на використання при створенні нових і модернізації існуючих ТЗП, при проведенні ремонтів МВРС на підприємствах залізниці, а також у навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціальністю “Локомотиви та локомотивне господарство” та “Електричний транспорт” (про що свідчать акти впровадження).

До основних практичних результатів дисертаційної роботи можна віднести впроваджені рекомендації з удосконалення конструкції ТЗП електропоїздів серії ЕР-2 в моторвагонному депо “Харків” Південної залізниці.

Розроблені рекомендації доцільно використовувати при проектуванні нових ТЗП та здійсненні їх деповських ремонтів.

Особистий внесок здобувача. У працях, які написані у співавторстві, дисертантом: [1] – проаналізовано існуючі методи проектування ТЗП, запропонована уточнена методика проектувальних розрахунків ТЗП, особливістю якої є аналітичне визначення коефіцієнтів форми зубців за отриманими залежностями; [2] – проаналізовано пошкодження тягових передач, що виникають в експлуатації, обґрунтовано перспективні напрямки підвищення експлуатаційної надійності ТЗП електропоїздів серії ЕР-2; [3] – розроблена нова методика раціонального визначення експлуатаційних зносів активних профілів зубців шестерні та колеса ТЗП; [4] – визначено оптимальні коефіцієнти зміщення зубонарізного інструменту з урахуванням якісних показників за допомогою блокуючих контурів; [5] – запропоновано

новий підхід до класифікації тягових приводів рухомого складу залізниць за рахунок використання модульного описання їх конструкції і відповідних структурних формул; [6] – наведено основні етапи методики визначення товщини зубців; [7] – запропоновано визначення оптимальних коефіцієнтів зміщення зуборізного інструменту з використання методів математичного планування експерименту; [8] – запропоновано алгоритм підбору пари “шестерня - зубчате колесо” при проведенні деповських ремонтів ТЗП з урахування характеристик зачеплення; [9] – проаналізовано особливості конструкції тягових приводів рухомого складу; [10] – проаналізовано існуючі методи проектування і ремонту зубчатих коліс тягових передач рухомого складу; [11] – оцінено економічну ефективність від впровадження запропонованих нових методів ремонту тягових зубчатих передач рухомого складу.

Дослідження, що висвітлені в усіх наукових працях, проводились в УкрДАЗТ.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали результатів дисертаційної роботи доповідались і отримали схвалення на 5 міжнародних науково – технічних конференціях:

– 18-й та 19-й міжнародних науково-практичних конференціях “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я”, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, 2010, 2011 р.р. (Україна, м.Харків);

– 36-й науково - технічній конференції “Городской электротранспорт, электроснабжение и освещение городов”, Харківська національна академія міського господарства. (Україна, м.Харків, 2012 р.р.);

– 74-й міжнародній науково-технічній конференції кафедр Української державної академії залізничного транспорту та спеціалістів підприємств залізничного транспорту (Україна, м. Харків, 2012 р.р.);

– 5-й міжнародній науково-практичній конференції “Науковий простір Європи-2009” (Польща, м. Перемишль).

Повністю результати дисертаційної роботи заслухані і схвалені на 74-й міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств, а також об'єднаному засіданні кафедр “Експлуатація та ремонт рухомого складу”, “Механіка і проектування машин”, “Вагони”, “Матеріали і технології виготовлення виробів транспортного призначення” УкрДАЗТ за участю членів спеціалізованої вченої ради Д64.820.04 при Українській державній академії залізничного транспорту.

Публікації. Результати дослідження опубліковані в п'яти статтях у фахових виданнях, затверджених МОНмолодьспорту України, одному патенті України на винахід і в п'яти працях апробаційного характеру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мороз В.І. Уточнена методика проектувальних розрахунків тягових зубчастих передач моторвагонного рухомого складу / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Зб.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – Вип. 107.– С. 153-158.
2. Мороз В.І. Обґрунтування перспективних напрямків підвищення експлуатаційної надійності тягових передач електропоїздів серії ЕР-2 / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Зб.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – Вип. 111. – С.176-182.
3. Мороз В.І. Нова методика визначення експлуатаційних зносів профілів зубців та підбору парних коліс тягових зубчастих передач / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Зб.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – Вип. 117. – С.12-16.
4. Іщенко В.І. Використання блокуючого контуру для вибору оптимальних коефіцієнтів зміщення зубчастих коліс тягового редуктора тепловоза 2 ТЕ116 / В.І. Іщенко, О.С. Шуліка, С.В. Бобрицький // Зб.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – Вип. 119. – С.154-158.
5. Мороз В.І. Новий підхід до класифікації тягових приводів рухомого складу залізниць / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Зб.наук.праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2012. – Вип. 29.– С. 162-166.
6. Пат. 94015 Україна, МПК F16H 1/06 (2006.01) Спосіб визначення товщини зубця симетрично розташованого відносно опор прямозубого зубчатого колеса / Мороз В.І., Братченко О.В., Бобрицький С.В. - №201009172; Заявл. 21.07.2010; опубл. 25.03.2011. Бюл. № 6.
7. Мороз В.І. Особливості визначення коефіцієнтів зміщення зубчастих коліс тягових передач рухомого складу залізниць / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції “Науковий простір Європи-2009” – Przemysl: Nauka I studia, 2009 – Вип. 18. – С 30-33.

8. Мороз В.І. Особливості проведення ремонту тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу/ В.І. Мороз, С.В. Бобрицький // XVIII Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» MicroCAD – 2010 (12.05.2010-14.05.2010), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» 2010г. – Ч.1С. 266.

9. Мороз В.І. Аналіз особливостей конструкції тягових приводів рухомого складу залізниць / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // XIX Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» MicroCAD – 2011 (01.06.2011-03.06.2011), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» 2011г. – Ч.1С. 175.

10. Мороз В.І. Аналіз існуючих методів проектування і ремонту зубчатих коліс тягових передач рухомого складу / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // XXXVI научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства “Городской электротранспорт, электроснабжение и освещение городов” (24.04.2012-26.04.2012): Программа и тезисы докладов. – Харьков, 2012.- Ч.2 С. 51.

11. Калабухін Ю.Є. Оцінка економічної ефективності впровадження нових методів ремонту тягових зубчатих передач залізничного рухомого складу / Ю.Є. Калабухін, О.В. Громова, С.В. Бобрицький // 74-та міжнародна науково-практична конференція кафедр Української державної академії залізничного транспорту та спеціалістів залізничного транспорту підприємств (24.04.2012 - 25.04.2012) / Зб.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків, 2012. – Вип. 129. – С.240

12. Шаццлло А.А. Тяговый привод электроподвижного состава / А.А. Шаццлло – М.: Транспорт, 1961. – 222 с.

13. Калихович В.Н. Тяговые приводы локомотивов: устройство, обслуживание, ремонт / В.Н. Калихович – М.: Транспорт, 1983. – 111с.

14. Медель В.Б. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика / В.Б. Медель – М.: Транспорт, 1974. – 232с.
15. [Минов Д. К.](#) Механическая часть электрического подвижного состава (устройство, теория, проектирование) / [Д.К. Минов](#) – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1959. – 381 с.
16. Бирюков И.В. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог / И.В. Бирюков, А.И. Беляев, Е.К. Рыбников – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.
17. Электровоз ВЛ8: Руководство по эксплуатации – М.: Транспорт, 1982. – 320 с.
18. Электровозы ВЛ10 и ВЛ10у: Руководство по эксплуатации / Под ред. О.А. Кикнадзе. – М.: Транспорт, 1981. – 519 с.
19. Электровоз ВЛ11м: Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1994. – 416 с.
20. Электровоз ВЛ80к: Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1978. – 432 с.
21. Электровоз ВЛ80с: Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1982. – 622 с.
22. Электровоз ВЛ 80т: Руководство по эксплуатации / Под ред. Б.Р. Бондаренко. – М. “Транспорт”, 1977. – 368 с.
23. Электровоз ВЛ85: Руководство по эксплуатации / Б.А. Тушканов, Н.Г. Пушкарев, Л.А. Позднякова и др. – М.: Транспорт, 1992. – 480 с.
24. Магистральный электровоз 2 ЭС5К: Руководство по эксплуатации. Механическая часть – Новочеркасск, 2004. – 66 с.
25. Электрические передачи локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / В.В. Стрекопытов, А.В. Грищенко, В.А. Кручек; Под ред. В.В. Стрекопытова. – М.: Маршрут, 2003. – 310 с.
26. Электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями / Н.А. Ротанов, А.С. Курбасов, Ю.Г. Быков, В.В. Литовченко; Под ред. Н.А. Ротанова. – М.: Транспорт, 1991. – 336 с.

27. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда / В.К. Калинин – М.: Транспорт, 1991. – 480 с.
28. Синенко Н.П. Тепловоз ТЭЗ / Н.П. Синенко, Е.Г. Заславский – М.: Транспорт, 1986. – 215 с.
29. Нотик З.Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗт, ЧМЭЗЭ: Пособие машинисту / З.Х. Нотик – М.: Транспорт, 1996. – 444 с.
30. Тепловоз 2М62: экипажная часть, электрическое и вспомогательное оборудование / С.П. Филонов, А.Е. Зиборов, В.В. Разуменчик, В.М. Степаненко и др. – М.: Транспорт, 1987. – 184 с.
31. Тепловоз 2ТЭ10в. Руководство по эксплуатации и обслуживанию. – М.: Транспорт, 1975. – 432 с.
32. Тепловозы 2ТЭ10м, 3ТЭ10м: Устройство и работа / С.П. Филонов, А.Е. Зиборов, В.В. Ренкунас и др. – М.: Транспорт, 1986. – 288 с.
33. Тепловоз 2ТЭ116 / С.П. Филонов, А.И. Гибалов, Е.А. Никитин и др. – М.: Транспорт, 1996 – 334 с.
34. Тепловозы ТЭМ1 и ТЭМ2 / Под ред. Е.Ф. Сдобникова – М.: Транспорт, 1978. – 278 с.
35. Тепловоз ТЭМ7 / А.В. Балашов, И.И. Зеленов, Ю.М. Козлов и др.; Под ред. Г.С. Меликджанова. – М.: Транспорт, 1989. – 295 с.
36. Пассажирский тепловоз ТЭП60 / Г.А. Жилин, М.С. Малинов, А.М. Родов и др. – М.: Транспорт, 1976. – 376 с.
37. Пассажирский тепловоз ТЭП70 / В.Г. Быков, Б.Н. Морошкин, Г.Е. Серделевич и др. – М.: Транспорт, 1976. – 232 с.
38. Тепловоз ТЭП 150: Руководство по эксплуатации. ОАО “ХК”Лугансктепловоз”, 2004.
39. Цукало П.В. Электропоезда ЭР2 и ЭР2Р / П.В. Цукало, Н.Г. Ерошкин – М.: Транспорт, 1986. – 359 с.
40. Электропоезд ЭР9М: Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1978. – 328 с.

41. Гуткин Л.В. Электропоезд ЭР200 / Л.В. Гуткин, Ю.Н. Дымант, Н.А. Иванов – М., Транспорт, 1981 г. – 192 с.
42. Просвирин К.П. Электропоезда постоянного тока с электрическим торможением / К.П. Просвирин – М.: Трансиздат, 2000 – 328 с.
43. Раков В.А. Пассажирский электровоз ЧС2 / В.А. Раков – М.: Транспорт, 1976. – 320 с.
44. Пассажирские электровозы ЧС4 и ЧС4т / В.А. Каптелкин, Ю.В. Колесин, И.П. Ильин и др.: Под ред. В.А. Каптелкина – М.: Транспорт, 1975. – 384 с.
45. Трофимович В.В. Высокоскоростной электрический транспорт. Механическая часть : учеб. пособие / В.В. Трофимович – Хабаровск: ДВГУПС, 2008. – 100 с.
46. Лебедев В.П. Дизель – поезда. Устройство, ремонт, эксплуатация / В.П. Лебедев, А.А. Курятников. – М.: Транспорт, 1982 – 279 с.
47. Большая энциклопедия транспорта: в 8 т. [под ред. Н.С. Конарева]. Т.4:Железнодорожный транспорт – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 1039 с.
48. Боднар Б.Є. Теорія та конструкція локомотивів. Основи проектування: Підручник для ВНЗ залізнич. трансп./ Б.Є. Боднар,Є.Г. Нечаєв, Д.В.Бобир: Під ред. д.т.н., проф. Б.Є. Боднара – Д.: Ліра ЛТД, 2010. – 358 с.
49. Теория и конструкция локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Г.С.Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А.Симонов: под ред. Г.С.Михальченко. – М.: Маршрут, 2006. – 584 с.
50. Артеменко В.В. Планування випробувань тягових електричних двигунів тепловозів з урахуванням ефективного ризику / В.В. Артеменко // 36. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2005. – Вип. 68. – С 19 – 126.
51. Бабанин А.Б. Автоматизация регистрации параметров локомотивов / А.Б. Бабанин // Підвищення ефективності технології та

техніки для виконання вантажно-розвантажувальних, будівельних і колійних робіт на залізничному транспорті: 36. наук. праць ХарДАЗТ. – Харків, 1999. – Вип.36. – С.155–159.

52. Бабанин А.Б. Совершенствование технологии испытаний тяговых электрических машин / А.Б. Бабанин, В.В. Артеменко // Коммунальное хозяйство городов. – Харьков: Техника, 2004. – №55. – С.171–177.

53. Харламов В.В., Оценка качества работы коллекторно-щеточного узла машин постоянного тока инструментальными методами: автореферат дис. на соискание степени канд.техн.наук: спец. 05.09.01 “Электромеханика и электрические аппараты” / В.В. Харламов. – Томск, 1990. – 19 с.

54. Карпенко Н.П. Особливості розрахунку додаткових полюсів тягових двигунів при пульсуючому та імпульсному живленні / Н.П. Карпенко, В.С. Колісник // 36. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2012 – Вип. 128. – С. 238-245.

55. Гут В.А. Модернизированная станция испытания тяговых двигателей / В.А. Гут, В.И. Тихонов // Локомотив. – 2011. – № 7. – С. 34-36.

56. Попов В.И. Определение зависимости межремонтных пробегов тяговых двигателей электропоездов ЭД2Т от их возраста / В.И. Попов // Вестник ВНИИЖТ. – 2009. – № 5. – С. 34-37.

57. Авиационные поршневе двигатели. Кинематика, динамика, расчет на прочность / И.А. Пугачев, А.И Петрусевич и др.: Под ред. Т.М. Мелькумова. – М.: Оборонгиз, 1950. – 870 с.

58. Расчет тягового редуктора пассажирского тепловоза с опорно-рамной подвеской л.с. Харьковский завод транспортного машиностроения им. В.А. Малышева 1967 г. ТЭ41 Рс 45.

59. Иванов М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов – М.: Машиностроение, 1991. – 383 с.

60. Кистьян Я.Г. Методика расчета зубчатых передач на прочность / Я.Г. Кистьян – М.: Машгиз, 1963. – 244 с.

61. Про затвердження Положення про планово - попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів), затверджене наказом Укрзалізниці № 093-ЦЗ від 30.06.2010.

62. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту електропоїздів і електросекцій : ЦТ–0046 – К., 2005. – 320 с.

63. Інструкція по магнітному контролю відповідальних деталей тягового рухомого складу залізниць України: ЦТ – 0066 – К., 2003. – 91 с.

64. Інструкція з ультразвукової дефектоскопії відповідальних деталей та нероз'ємних вузлів при ремонтах ТРС і МВРС: ЦТ – 0069 – К., 2003. – 225 с.

65. Інструкція з технічного обслуговування та ремонту вузлів з підшипниками кочення локомотивів та моторвагонного рухомого складу ЦТ - 0101.– К., 2003. – 184 с.

66. Інструкція з технічного обслуговування і поточного ремонту вузла малої шестерні і пружної муфти електропоїздів.– К., 2003. – 68 с.

67. Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 електропоїздів і електросекцій ЕР-1, ЕР-2 в/і, ЕР-9 в/і: ЦТ – 0113. – К., 2004. – 252 с.

68. Інструктивні вказівки зі зварювальних робіт при ремонтів тепловозів, електровозів та МВРС: ЦТ теп/251.– К., 2003. – 218 с.

69. Шамагін В. О. Технологія ремонту рухомого складу, Ч. II: Навч. посіб / В. О. Шамагін – К.: Дельта, 2008. – 396 с.

70. Марков А.Л. Измерение зубчатых колес / А.Л. Марков – Л.: Машиностроение, 1977. – 279 с.

71. Хрущов М.М. Лабораторные методы испытания на изнашивание материалов зубчатых колёс / М.М. Хрущов – М.: Машиностроение, 1966. – 152 с.

72. Мороз В.І., Основи конструювання і САПР: Навчальний посібник / В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.В. Ліньков – Харків: Нове слово, 2003. – 194 с.

73. Мороз В.І. Основи конструювання і САПР технічних засобів залізничного транспорту [навчальний посібник] / В.І.Мороз, О.В.Братченко, К.В.Астахова. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 136 с.
74. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентного внешнего зацепления. Расчет геометрии: ГОСТ 16532-70 – [действует с 01.01.1972] – М.: Издательство стандартов – 44 с.
75. Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач / Под ред. И.А. Болотовской. – М.: Машиностроение, 1986. – 448с.
76. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов – М.: Наука, 1971. – 207 с.
77. Рафалес-Ламарка Э.Э. Некоторые методы планирования и анализа биологических экспериментов / Э.Э. Рафалес-Ламарка, В.Г. Николаев. – К.: Наукова думка, 1971. – 120 с.
78. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – К.: Техника, 1975. – 168 с.
79. Ермаков С.М. Математическая теория оптимального эксперимента / С.М. Ермаков, А.А. Жиглявский. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
80. Бирюков И.В. Динамика и прочность привода / И.В. Бирюков // труды МИИТ. –Москва, 1960. – вып. 121 – С. 98-121.
81. Иванов В.И. Исследование виброударных режимов работы зубчатой передачи опорно - осевого тягового привода / В.И. Иванов, А.И. Беляев, Ю.В. Емельянов // труды МИИТ. – Москва, 1977. – вып. 558 – С. 96-103.
82. Бирюков И.В. Анализ износов зубчатых колес тяговой передачи электропоездов и их влияние на динамические нагрузки редукторного узла / И.В. Бирюков, С.Д. Крушев // Труды институтов инженеров жд тр-та межвузовский сборник. – Москва, 1978. – С. 69-75.

83. Данилов В.Н. Динамические нагрузки, действующие на шестерни тяговых редукторов локомотивов, вызванные неровностями пути / В.Н. Данилов, Р.Б. Статников // труды МИИТ. – Москва, 1996. – вып. 220. – С. 109-121.
84. Моисеев А.С. Object Pascal / А.С. Моисеев. – М.: Москва, 2000. – 252 с.
85. [Архангельский](#) А.Я. Язык Pascal и основы программирования в Delphi: учебное пособие / А.Я. [Архангельский](#). – М.: Бином, 2008. – 496 с.
86. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин: Підручник / Я.Т.Кіницький - К: Наукова думка, 2002. – 660 с.
87. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин / С.Н. Кожевников – М.: Машиностроение, 1971. – 591 с.
88. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Наука, 1988. – 640 с.
89. Кореняко О.С. Теорія механізмів і машин / О.С. Кореняко – К.: Вища школа, 1987. – 206 с.
90. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин / Н.И. Левитський – М.: Наука, 1979. – 576 с.
91. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф.Л. Литвин. – М.: Наука, 1968. – 584 с.
92. Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски: ГОСТ 1643-81 – [действует с 01.01.1982] – М.: Издательство стандартов – 44 с.
93. Korn, G. Mathematical handbook. For scientist and engineers / G.Korn, T.Korn. – NY: McGraw-Hill Book Company, 1968. – 831 p.
94. Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. Учебник / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 304 с.
95. Старченко В.Н. Исследование надежности, износа и динамики зубчатой тяговой передачи грузовых магистральных тепловозов: автореф.

дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук.: спец. 05.22.07 “Подвижной состав и тяга поездов” / В.Н. Старченко. – Днепропетровск, 1977. – 22 с.

96. Эстлинг А.А. Повышение работоспособности тяговых зубчатых передач тепловозов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук.: спец. 05.22.07 “Подвижной состав и тяга поездов” / А.А. Эстлинг. – Санкт-Петербург, 1995. – 20 с.

97. Онищенко В.П. Прогнозирование долговечности тяжелоагруженных зубчатых передач на основе моделирования износа зубьев / В.П. Онищенко. – Gliwice (Polska): Politechnika Slaska Z. 131 (1410) *Mechanika*, 1999. – 199 с.

98. Руководство пользователя КОМПАС-3D V12. – Санкт-Петербург: Аскон, 2010. – 2232 с

99. Методические указания по применению методов математического планирования эксперимента в НИР студентов, в курсовом и дипломном проектировании / В.И. Мороз, В.Д. Сахаревич, Н.М. Коваленко: Под ред. А.Э. Симсона. – Харьков: ХИИТ, 1982. – 32 с.

100. Иосилевич Г.Б. Детали машин / Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

101. Иванов М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – М.: Высшая школа, 2008. – 408 с.

102. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно - технического прогресса на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ МПС. – М.: Транспорт, 1991. – 239 с.

103. Методичні рекомендації з формування вартості продукції (робіт, послуг) у промисловості. – К.: ДП Державний інститут комплексних техніко - економічних досліджень міністерства промислової політики України, 2007. – 306 с.

104. Оценка экономической эффективности инвестиций в мероприятия научно-технического прогресса: учебн-метод. пособие / Е.И. Балака, И.Г. Бойко и др.; под ред. В.Л. Диканя. – Х.: Основа, 1995. – 254 с.

105. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика: учебн. пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Дело, 2002. – 194 с.

106. Довбня С.Б. Новий підхід до оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів / С.Б. Довбня // Фінанси України. – 2007. – № 7. – С. 62-71

107. Сборник типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при профилактическом осмотре и деповском ремонте электропоездов серии ЭР 2. – М.: Транспорт, 1971. – 520 с.

