

УДК 629.4.033:62-233.3/9

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.145.2014.81047>

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗНОСУ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ
ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ СЕРІЇ ЕР-2**

Канд. техн. наук. С. В. Бобрицький

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗНОСА ТЯГОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ СЕРИИ ЭР-2**

Канд. техн. наук. С. В. Бобрицкий

**RESEARCH OF FEATURES OF WEAR OF TRACTION TOOTH GEARINGS OF ELECTRIC
TRAINS OF THE ER-2 SERIES**

Candidate of techn. sciences S. Bobritskiy

Зазначено, що знос зубчатих коліс негативно впливає на роботу всього колісно-моторного блока і тягового електродвигуна, зокрема. Обґрунтовано необхідність проведення досліджень особливостей зносу тягових зубчатих передач в експлуатації. Подано результати дослідження з виділенням основних груп шестерень та зубчатих коліс у залежності від зносу їх зубців за хордою ділильного кола. Наведено приклади знімків зубців шестерень та зубчатих коліс відповідних груп.

Ключові слова: рухомий склад, електропоїзд ЕР-2, тягова зубчата передача, зубчаті колеса, знос зубців.

Указано, что износ зубчатых колес отрицательно влияет на работу всего колесно-моторного блока и тягового электродвигателя, в частности. Обоснована необходимость проведения исследований особенностей износа тяговых зубчатых передач в эксплуатации. Представлены результаты исследования с выделением основных групп шестерен и зубчатых колес в зависимости от износа их зубьев по хорде делительной окружности. Приведены примеры снимков зубьев шестерен и зубчатых колес соответствующих групп.

Ключевые слова: подвижной состав, электропоезд ЭР-2, тяговая зубчатая передача, зубчатые колеса, износ зубьев.

In articles the statistics of malfunctions of gear wheels and cogwheels of traction tooth gearings of a rolling stock is analysed. It is found out that their majority in operation is rejected because of achievement of limit wear of teeth on a chord of a delitelny circle. The errors of gear gearing caused by wear of teeth of gear wheels and cogwheels, uneven demolition of their profiles, lead to change of characteristics of gearing in comparison with a new tooth gearing that negatively influences operation of all wheel and motor block and, in particular, the traction electric motor. Need of carrying out researches of features of wear of traction tooth gearings for operation is proved. Results of research with allocation of the main groups of gear wheels and cogwheels depending on wear on a chord of a delitelny circle are presented. Examples of pictures of teeth of gear wheels and cogwheels of the relevant groups are given.

Keywords: rolling stock, electric train of ER-2, traction tooth gearing, cogwheels, wear of teeth.

Вступ. Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Відповідно до основних положень Програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012-2016 роки (Постанова Кабінету Міністрів України № 840 від 01.08.2011 р.) одним з пріоритетних напрямків розвитку залізниць є підвищення експлуатаційної надійності ТРС. При цьому особлива роль відводиться забезпеченню необхідних характеристик його окремих модулів конструкції та агрегатів. Однією із складових частин конструкції ТРС, що безпосередньо впливає на безпеку руху, є екіпажна частина, до складу якої входить тяговий привод з тяговою зубчатою передачею (ТЗП) (складається із шестерні, вал якої через муфту з'єднується з валом ротора тягового електродвигуна, і зубчатого колеса колісної пари).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій [1-4] показав, що більшість шестерень і зубчатих коліс бракується в експлуатації через граничний знос зубців. До того ж у шестерень знос досягає допустимої величини значно швидше, ніж у зубчатих коліс [5].

Похибки зубчатого зачеплення, обумовлені зносом зубців шестерень та зубчатих коліс, нерівномірним зносом їх профілів, призводять до зміни характеристик зачеплення в порівнянні з новою ТЗП [6]. Так, зі збільшенням строку служби передачі число відмов, пов'язаних, головним чином, з механічними пошкодженнями тягових електродвигунів (ТЕД), збільшується. При цьому зі збільшенням пробігу пошкодження деталей набувають яскраво виражений утомний характер. Це свідчить про тривалу дію високочастотних динамічних навантажень, яка

згубно позначається на працездатності таких елементів ТЕД, як ізоляція якірних і полюсних обмоток, якірних підшипників, виводів та перемичок головних та додаткових полюсів тощо [7].

Наведене вище обґрунтовує необхідність більш детального вивчення питань зносу ТЗП.

Визначення мети та задачі дослідження. Основна частина дослідження. Стаття направлена на дослідження особливостей зносу ТЗП електропоїздів серії ЕР-2.

У ході дослідження на базі моторвагонного депо «Харків» у період з 2007 по 2011 роки були обстежені шестерні та зубчаті колеса, що були в експлуатації. На основі візуального вивчення стану робочої поверхні їх зубців були виділені основні групи:

– група 1. Шестерні та зубчаті колеса, які мали пошкодження зубців (сколи, пітинг, тріщини, відколювання окремих зубців або сегмента з декількома зубцями);

– група 2. Шестерні та зубчаті колеса, зубці яких виявились без пошкоджень, а стан їх профілю характеризувався тільки зносом.

На наступному етапі дослідження були виключені з подальшого розгляду шестерні та колеса групи 1 як такі, що не відповідають вимогам [8].

Зубці шестерень та зубчатих коліс, які належали до групи 2, обстежувались відповідно до розробленого методу [9], в основу якого покладене отримання знімків зубців, отримання їх цифрових версій і аналіз зносу зубців. Аналіз засвідчив, що частина шестерень та зубчатих коліс групи 2 виявилась з бракувальним зносом, який відповідно до правил технічного обслуговування і поточного ремонту електропоїздів і електросекцій за хордою ділильного кола складає: для шестерень – 3,39 мм, для зубчатих коліс – 5,28 мм. Приклади їх знімків наведені на рис. 1.

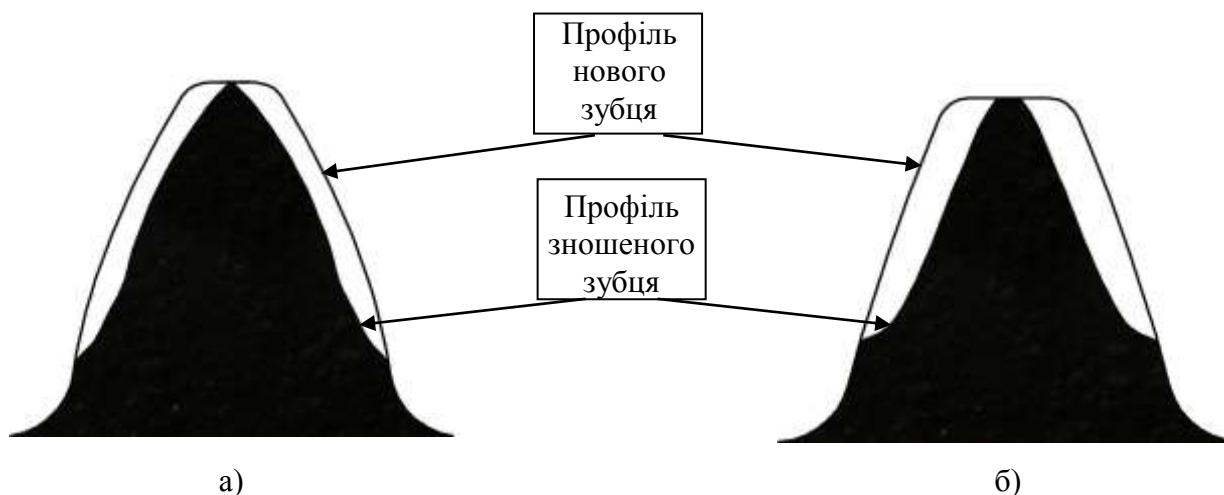


Рис. 1. Знімки профілів зубців з бракувальним зносом:
а – шестерні (знос 3,35 мм); б – зубчатого колеса (знос 5,38 мм)

У процесі дослідження основна увага приділялась зубцям шестерень та зубчатих коліс групи 2, які можуть застосовуватися для подальшої експлуатації в складі ТЗП. Серед них можна виділити:

- шестерні та зубчаті колеса із зносом у межах допустимих значень (шестерні із зносом за хордою ділительного кола більше 0 мм і менше 3,39 мм; зубчаті колеса - більше 0 мм і менше 5,28 мм);

- шестерні та зубчаті колеса, в яких наявна значна хвилястість контактуючих поверхонь.

Приклади знімків зубців указаних вище шестерень та зубчатих коліс наведені на рис. 2,3.

За результатами обмірів для шестерні та зубчатого колеса, що зображені на рис. 3, товщина зубців за хордою ділительного кола становить відповідно 17,16 та 13,58 мм.

За результатами обмірів для шестерні та зубчатого колеса, що зображені на рис. 3, товщина зубців за хордою ділительного кола становить відповідно 17,02 та 18,46 мм при нерівномірному зносі профілю.

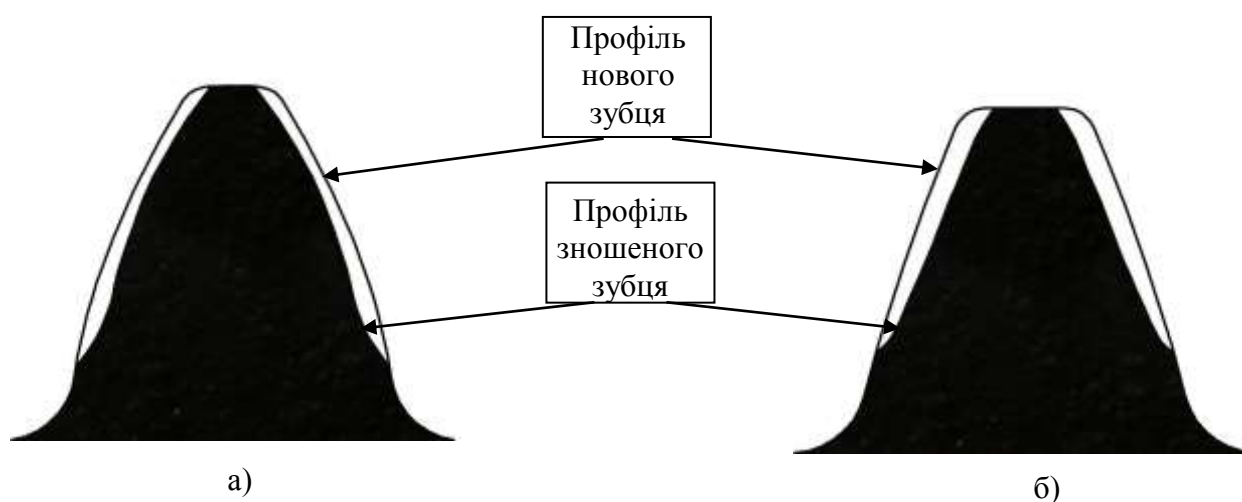


Рис.2. Знімки профілів зубців з допустимим зносом:
а – шестерні (знос 1,87 мм); б – зубчатого колеса (знос 2,9 мм)

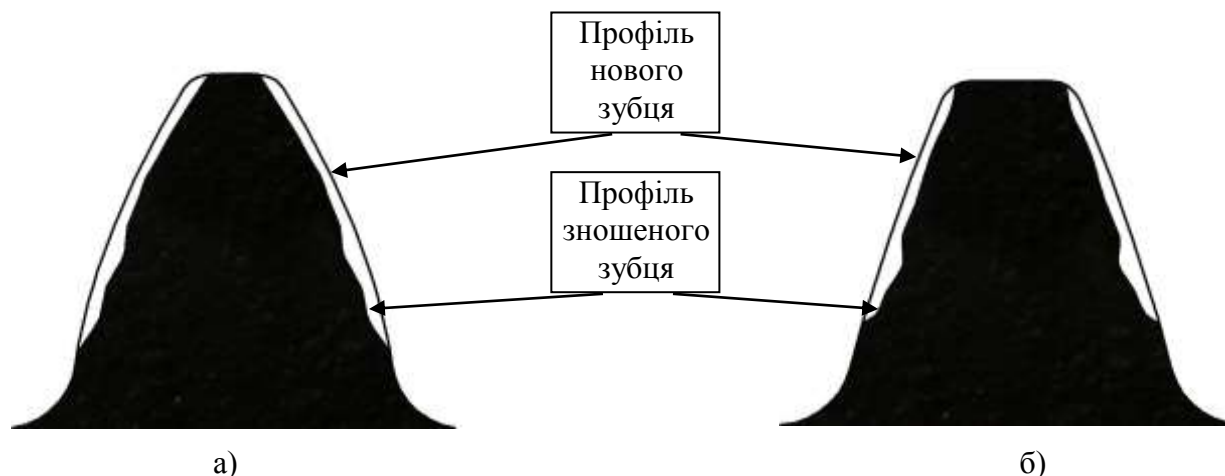


Рис. 3. Знімки профілів зубців з нерівномірним зносом:
а – шестерні; б – зубчатого колеса

Висновки з дослідження. Висвітлені особливості зносу ТЗП електропоїздів серії ЕР-2 показали, що можливе виділення таких груп зубців: з пошкодженнями, з бракувальним зносом та зносом у межах, встановлених правилами технічного обслуговування та поточного ремонту електропоїздів і

електросекцій, а також зубців з нерівномірним зносом профілю. Наведені в статті матеріали обґрунтовують необхідність проведення робіт з більш детального виділення груп шестерень та зубчатих коліс у залежності від зносу зубців за хордою ділительного кола.

Список використаних джерел

1. Генкин, М.Д. Динамика и качество зубчатых передач [Текст] / М.Д. Генкин // Надежность и качество зубчатых передач. – М.: НИИМАШ, 1969. – С. 10-17.
2. Калихович, В.Н. Тяговые передачи локомотивов: Устройство, обслуживание и ремонт [Текст] / В.Н. Калихович. – М.: Транспорт, 1983. – 111 с.
3. Кучерявая, Т.И. Повышение долговечности ведущих шестерен локомотивов за счет применения метода объемно-поверхностной закалки [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.22.07 "Подвижной состав железных дорог и тяга поездов" / Т.И. Кучерявая. – М.: ВНИИЖТ, 1977. – 22 с.
4. Старченко, В.Н. Исследование надежности, износа и динамики зубчатой тяговой передачи грузовых магистральных тепловозов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.07 "Подвижной состав и тяга поездов" / В.Н. Старченко. – Днепропетровск, 1977. – 22 с.
5. Эстлинг, А.А. Повышение работоспособности тяговых зубчатых передач тепловозов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.07 "Подвижной состав железных дорог и тяга поездов" / А.А. Эстлинг. – СПб., 1995. – 20 с.
6. Бобрицкий, С.В. Визначення характеристик зачеплення тягових зубчатих передач з реальними профілями зубців [Текст] / С.В. Бобрицкий // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 142. – С.87-91.
7. Повышение надежности тяговых передач тепловозов [Текст] / Н.Н. Каменев, В.С. Авраменко, С.М. Королев, Л.В. Яшина // Железнодорожный транспорт. – 1981. – № 5. – С. 43-46.
8. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту електропоїздів і електросекцій [Текст]: ЦТ-0046. – К., 2005. – 320 с.

9. Мороз, В.І. Нова методика визначення експлуатаційних зносів профілів зубців та підбору парних коліс тягових зубчатих передач [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 117. – С.12-16.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Бобрицький Сергій Владиславович, канд. техн. наук, кафедра механіки і проектування машин Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-52.

Bobritskiy Sergiy Vladislavovich candidate of technical sciences, department of Mechanics and planning of machines
Ukrainian State Academy of railway transport. Tel.: (057) 730-10-52.