

В результате выполненной работы можно сделать вывод о необходимости определения фактических тягово-энергетических характеристик автономных локомотивов при составлении режимных карт и программ автоведения для повышения их точности.

*Данная работа выполнена в рамках гранта ОАО «РЖД» на развитие научно-педагогических школ в области железнодорожного транспорта.*

#### Список литературы

- 1 Оптимизация управления движением поездов / Л. А. Баранов [и др.] ; под ред. Л. А. Баранова. – М. : МИИТ, 2011. – 164 с.
- 2 Юренко, К. И. Математическое моделирование энергооптимальных режимов ведения поезда с учетом возмущений / К. И. Юренко, А. Н. Савоськин, Е. И. Фандеев // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2015. – № 3. – С. 34–44.
- 3 Мугинштейн, Л. А. Энергооптимальные методы управления движением поездов / Л. А. Мугинштейн, А. Е. Илютович, И. А. Ябко. – М. : Интекст, 2012. – 80 с.
- 4 Программа выполнения тягово-энергетических расчетов «тяга-прогноз» ведения локомотивами поездов различной составности по энергооптимальным режимам. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022616927, 18.04.2022 : заявка № 2022616055 / В. П. Гриневиц, Д. Н. Курилкин, Т. С. Авсиевич, Л. М. Воронкова. – 06.04.2022.
- 5 Грачев, В. В. Прескриптивный контроль энергоэффективности силовой установки тепловоза с использованием интеллектуальных методов обработки измерительной информации встроенных средств диагностики : [монография] / В. В. Грачев. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2019. – 106 с.
- 6 Влияние технического состояния вспомогательного оборудования тепловозов на их энергоэффективность в эксплуатации / В. А. Перминов [и др.] // Вестник научно-исследовательского и конструкторско-технологического института подвижного состава. – 2015. – № 97. – С. 45–58.
- 7 Оценка потерь мощности в моторно-осевых подшипниках скольжения тягового подвижного состава / А. В. Осипов [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 2 (92). – С. 23–30.
- 8 Курилкин, Д. Н. Определение затрат энергии в синхронных тяговых генераторах тепловозов при различных режимах нагружения / Д. Н. Курилкин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2022. – Т. 19, № 2. – С. 286–297.
- 9 Курилкин, Д. Н. Определение затрат энергии на возбуждение синхронного тягового генератора по данным микропроцессорных систем управления для прогнозирования тяговой характеристики локомотива / Д. Н. Курилкин // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 1. – С. 103–117.
- 10 Курилкин, Д. Н. Анализ затрат энергии на привод мотор-вентиляторов охлаждающего устройства дизеля тепловоза 2ТЭ116У по данным МСУ-ТП / Д. Н. Курилкин // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 1 (91). – С. 25–33.
- 11 Курилкин, Д. Н. Определение затрат энергии на подзарядку аккумуляторной батареи по данным микропроцессорной системы управления / Д. Н. Курилкин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 68–74.

УДК 629.42:629.4.054

### ПРОЦЕСС ИЗНОСА ЗУБЬЕВ КОЛЕСА РЕДУКТОРА МАГИСТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВОЗА ТИПА UZTE16M

*Ш. И. МАМАЕВ, Д. И. НИГМАТОВА, А. С. ИБАДУЛЛАЕВ, Ш. Э. ТУРСУНОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Износ зубьев шестерни зависит от режима нагрузок, изменения контактного напряжения, силы трения, возникающей в кинематических парах, величины силы в зубчатой передаче, от шероховатости поверхности зубьев, скорости вращения зубчатой передачи, характера приложения рабочих и динамических сил, системы смазки коробки тяговых передач и уровня вязкости смазки.

В свете вышеизложенного данной работе исследован процесс износа зубьев колеса редуктора магистрального тепловоза типа UZTE16M. В таблице 1 приведены геометрические параметры редуктора тягового редуктора магистрального тепловоза типа UZTE16M.

Таблица 1 – Геометрические параметры тяговой передачи редуктора магистрального тепловоза типа UZTE16M

Параметры	Шестерня	Зубчатое колесо
Количество зубьев	17	75
Модуль сцепления, мм	10	
Угол сцепления, град	20	
Поправочный коэффициент	0,505	0,437
Расстояние между осями, мм	468,8	
Количество передач	4,412	

Если зубчатое колесо тяговой передачи редуктора установить по отношению к оси колесной пары с натягом, шестерню к якорю тягового двигателя также придется устанавливать с натягом [1]. Из-за того, что зубчатые колеса тяговой передачи редуктора работают в сложных условиях и под нагрузкой, случаются все виды износа и они возникают на различных уровнях. В работе, в основном, нами будет рассмотрена связь износа зубьев с расстоянием, пройденным транспортным средством. По причине того, что процесс сцепления зубчатых колес характеризуется не только внешними процессами, но ещё и контактом между зубьями, который должен быть примерно одинаковым для всех колёс, используем при этом принятое уравнение сцепления [2, 3].

Для определения уровня износа зубчатых колес тяговой передачи редуктора при помощи уравнения износа получим следующее уравнение:

$$\delta = (\delta_1 + h) \cdot 10^{\frac{t-t_1}{A}} - h, \quad (1)$$

где  $\delta$  – текущее отклонение (износ), мм;  $\delta_1$  – математическое ожидание износа после её обработки  $t_1$ ;  $h$  – коэффициент сдвига;  $t$  – время текущей обработки;  $A$  – коэффициент долговечности. Применяя приведённое уравнение для магистрального тепловоза типа УЗТЕ16М, получим следующие уравнения для зубчатого колеса и шестерни:

– для зубчатого колеса:  $\delta = (0,66 + 0,34) \cdot 10^{\frac{t-0,125}{12+16,6}} - 0,34$ ;

– для шестерни:  $\delta = (0,82 + 0,22) \cdot 10^{\frac{t-0,042}{12+11,45}} + 0,22$ .

Решив вышеуказанные уравнения при помощи пути, пройденного тепловозом, получим графики, представленные на рисунках 1 и 2.

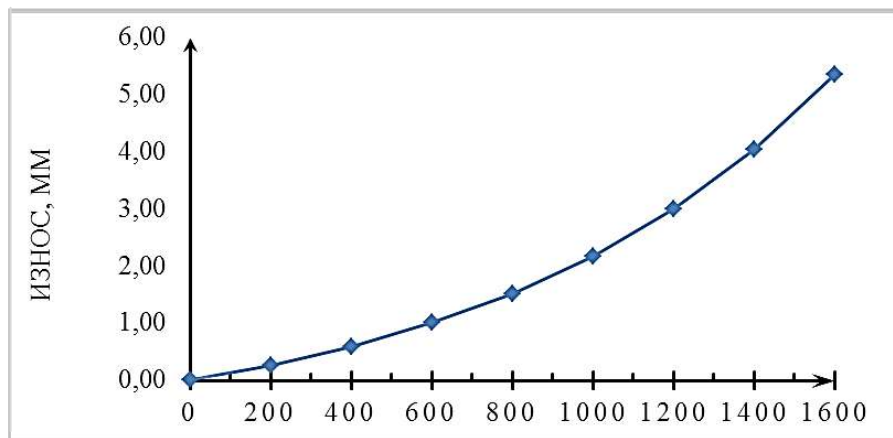


Рисунок 1 – Износ зубчатого колеса редуктора

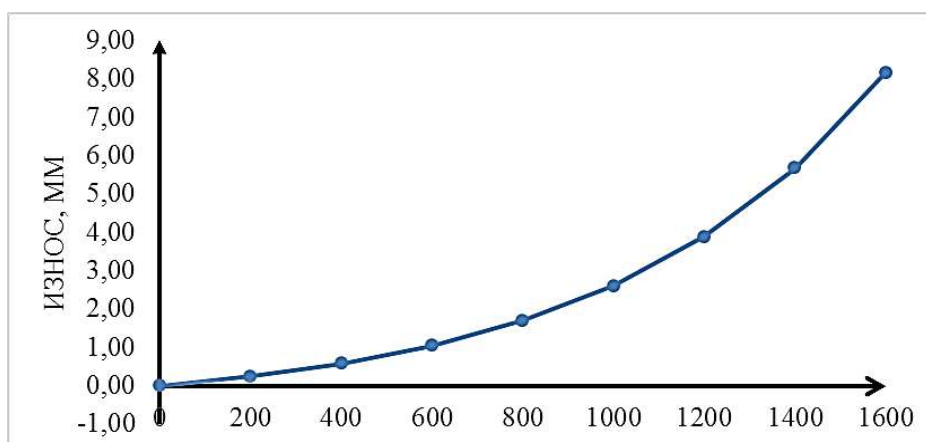


Рисунок 2 – Износ зубьев шестерни редуктора

Таким образом, темпы износа зубчатых колес тяговой передачи тепловоза прямо пропорциональны пройденному им пути и максимальное значение износа для зубчатого колеса и шестерни равно 2,2 мм.

#### Список литературы

- 1 **Механическая часть тягового подвижного состава** : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / И. В. Бирюков [и др.] ; под ред. И. В. Бирюкова. – М. : Транспорт, 1992. – 440 с.
- 2 **Бирюков, И. В.** Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог / И. В. Бирюков, А. И. Беляев, Е. К. Рыбников. – М. : Транспорт, 1986. – 256 с.
- 3 **Старченко, В. Н.** Процесс изнашивания и распределений долговечности зубчатых тяговых передач тепловозов / В. Н. Старченко // Конструкция и производство транспортных машин, 1979. – № 11. – С. 79–85.

УДК 629.4:539.43

### АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ АО «УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ»

*Ш. И. МАМАЕВ, Ш. Э. ТУРСУНОВ, А. С. ИБАДУЛЛАЕВ, Д. И. НИГМАТОВА*  
*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Сегодня в АО «Узбекистон темир йуллари» (АО «УТИ») вводятся в эксплуатацию новые железнодорожные участки. В частности, участки железной дороги Ангрэн-Пап, Ташгузар-Кумкурган-Байсун являются горными, и одна из основных задач при эксплуатации этих участков – безопасная эксплуатация тормозного оборудования подвижного состава. Поэтому целесообразно выявить факторы, которые влияют на возникновение проскальзывания между тормозной колодкой и бандажом, снижающего срок службы тормозной системы магистральных локомотивов, устранить дефекты тормозных узлов подвижного состава. Надежная работа тормозной системы железнодорожного подвижного состава и ее частей является основой обеспечения пропускной и провозной способности железных дорог, а также безопасности движения поездов [1–3]. Надежность тормозного оборудования подвижного состава играет особую роль в обеспечении безопасности движения поездов. Для повышения надежности тормозного оборудования необходимо выявить основные причины, приводящие к отказам тормозных приборов [4].

В 2018–2020 годах на участках железной дороги АО «УТИ» зарегистрировано 18780 отказов в эксплуатационной работе по причине неисправностей тормозного оборудования подвижного состава, что составляет 12,6 % от общего количества отказов.

Наибольшее количество неисправностей по причине отказов тормозного оборудования зафиксировано в Карши-Термезском РЖУ – 2895 случаев (14,75 % от общего количества отказов тормозного оборудования, зафиксированных в АО «Узбекистон темир йуллари»); в Бухарском РЖУ – 2456 случаев (12,51 %); в Ташкентском РЖУ – 1968 случаев (10,02 %).

В 2020 году наметилась общая тенденция снижения количества отказов тормозов подвижного состава по сравнению с предыдущими годами. Однако было отмечено, что количество отказов тормозно-рычажной передачи и тормозной арматуры в 2020 г. было выше, чем в 2018–2019 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее количество отказов узлов тормозного оборудования

Тормозное оборудование	Год		
	2018	2019	2020
Ручной тормоз	60	55	45
Резервуары	132	128	123
Тормозной цилиндр	212	214	219
Автоматический режим	209	219	223
Тормозная подвеска	674	628	675
Рычажная передача	898	872	908
Тормозная арматура	1098	1201	1315
Тормозная магистраль	2805	2880	2815
Воздухораспределитель	528	5318	5765