

STUDYING THE CHANGE IN THE TECHNICAL CONDITION OF DIESEL LOCOMOTIVES¹⁷

Assoc. Prof. Mihail Milchev, PhD

Department of Transport,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: (+359) 082 888 231

E-mail: mmilchev@uni-ruse.bg

Abstract: *The report examines the maintenance of diesel locomotives operated for train formation, as well as for passenger transport over short and long distances. The research was conducted using statistical information for a period of two years of operation of the locomotives. The indicators studied are the number of failures per 1000 km. of distance traveled, the distribution of failures by systems, Pareto analysis of labor costs, origin of spare parts. As a result of the analysis, the systems and elements in them with the highest failure rates, as well as the reasons for the reduced reliability of the locomotives, were determined.*

Keywords: *maintenance, locomotives, analysis, operating conditions.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Значителна част от оперативните разходи в транспортните фирми се падат на осигуряването на изправно техническо състояние на превозните средства. В локомотивния сектор по-голямата част от оперативните разходи се падат на разходите, свързани с енергийни разходи, както и поддръжка и ремонт на локомотиви. Един от начините за намаляване на оперативните разходи на транспортните компании е подобряването на системата за техническа поддръжка на локомотивния парк. Много железопътни компании продължават да използват системата за превантивно поддържане по фиксиран график на локомотиви. Тази система изисква значителни средства за ремонтна поддръжка и не винаги размерът на поддръжката отговаря на реалните нужди. Основната цел на тази статия е подобряването на ефективността на използването на локомотиви чрез изследване на резултатите от прилагането на системата за превантивно поддържане.

Прилагането на рационална система за поддържане, предлагаща предимствата на намалено време за провеждане на диагностика и ремонт, може да спомогне за постигане на заложената цел. В един момент от жизненият цикъл на локомотива неговата цена престава да бъде определящ фактор, защото разходите за поддръжка и ремонт на локомотива за целия период на експлоатация често са много по-високи от първоначалната цена на локомотива.

В този доклад автора се фокусира в определянето на системите и елементите в тях, отговорни за големия брой откази и повреди в изследвана група от дизелови локомотиви, експлоатирано от едно от големите депа, намиращо се в централна България. Автора търси и причината за тяхното възникване.

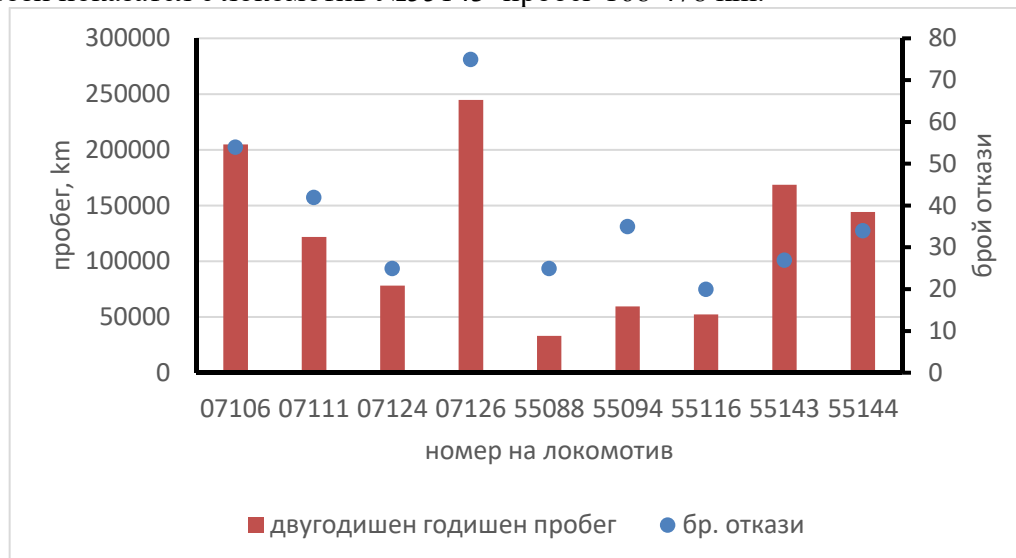
ИЗЛОЖЕНИЕ

Анализът на отказите ни предоставя информация за влиянието на стратегията, тактиките и условията на поддръжката върху надеждността на локомотива.

На фиг.1. е изобразен броя на отказите на изследваните обекти, както и пробег за изследвания период от две години на експлоатация. В процеса на анализиране на предоставената информация, се наблюдават факти относно различните локомотиви и тяхната експлоатация. От фиг. 1. се вижда, че най-много откази има локомотив № 07126 със 75 отказа за изследвания период, на второ място по този показател е локомотив № 07106 с 54 отказа и трети е локомотив №07111 с 42 отказа и т.н. По показателя изминати километри с най-голям

¹⁷ Докладът е представен на пленарната сесия на 25 октомври 2024 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ ИЗМЕНЕНИЕТО НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ДИЗЕЛОВИ ЛОКОМОТИВИ

пробег е локомотив №07126 с 244 465 km., а второ е локомотив №07106 с пробег 204 690 km. и трети по този показател е локомотив №55143 пробег 168 478 km.



Фиг. 1. Изменението на броя откази на изследваните обекти, с пробега за изследвания период от една година

Логиката подсказва, че най-много откази ще има локомотива с най-голям пробег. Тази логика се потвърждава от фиг. 1., където ясно се вижда, че локомотивите с по-голям пробег имат повече откази. Въпреки това разликата в броя на отказите между локомотива с най-малък пробег и този с най-голям е 73,33% докато разликата в пробезите им е 78,6%, от което следва, че локомотивите изминават по-голям пробег за един и същ брой откази. Тази разлика се дължи на различните условия при които се експлоатират локомотивите.

Локомотивите с номера 07106, 07111, 07124 и 07126 са магистрални локомотиви и се използват за превоз на далечни разстояния, докато локомотивите серия 55 се използват основно за маневри и в състава на малки, леки композиции на къси разстояния. Анализирайки предоставената информация, може да се заключи, че различните видове експлоатационни условия могат да имат влияние върху броя откази спрямо изминатите километри.

На фиг.2. е показано влиянието а експлоатационните условия върху надеждността на локомотивите чрез показателя бр. откази/1000km. пробег за изследвания период.

По този показател класацията а надеждността се променя и локомотива с най-малка надеждност е този с № 55088, който има 0,76 откази/1000km. пробег, следван от №55094 (0,59 откази/1000km. пробег) и №55116 (0,38 откази/1000km. пробег). Тази серия локомотиви (серия 55) както бе казано се използва предимно за маневри и превоз на къси разстояния. Този тип дейност се характеризира с чести циклични натоварвания, които явно амортизират по-бързо тези локомотиви.



Фиг.2. Брой на отказите спрямо 1000km. изминатото разстояние за периода от една година.

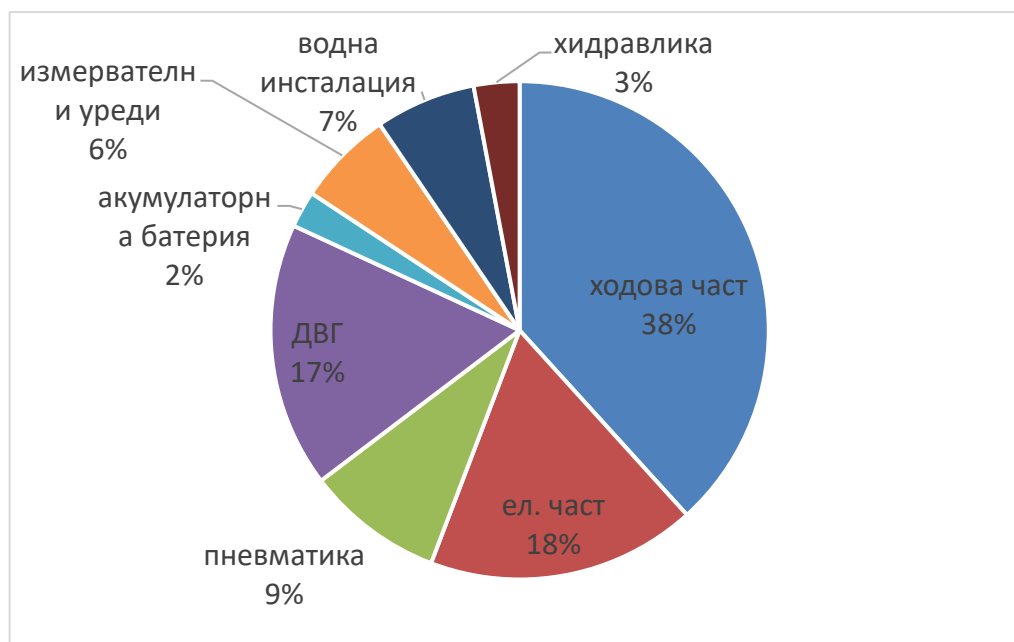
Маневреният локомотив е железопътен подвижен състав, предназначен за преместване на вагони в депа, гари и товарни станции. Основната му задача е да извършва маневри, които включват формиране и разформироване на влакови състави. Маневреният локомотив събира вагони от различни коловози и ги комбинира в един влаков състав. Също така разделя готови състави на отделни вагони или групи вагони за различни дестинации и помага за организиране и поддържане на реда в депата, като премества вагони за ремонт или техническо обслужване. Извършва бързи и кратки като време маневри, които водят до голямо натоварване на локомотива. В някои случаи маневреният локомотив извършва кратки превози на вагони в рамките на индустриални зони, пристанища или къси разстояния. Те са обикновено по-малки и по-маневрени в сравнение с магистралните локомотиви, което им позволява да работят ефективно в тесни пространства и да извършват бързи маневри. Те могат да бъдат дизелови или електрически, в зависимост от инфраструктурата и специфичните нужди на железопътното предприятие. Като цяло, маневрените локомотиви играят критична роля в поддържането на ефективността и гладкото функциониране на железопътната логистика. Периодични проверки и поддръжка на вагоните и товарната техника се извършват за предотвратяване на аварии и за осигуряване на безопасността на работниците. Тези процеси изискват координация между маневрения екип, товаро-разтоварния персонал и операторите на подемно-транспортните средства. Маневрените локомотиви са критично важни за поддържане на гладкото протичане на тези операции и за осигуряване на ефективност в железопътната логистика.

Правилата при извършване на маневри са облекчени, движението е "по видимост", често по заети коловози и спиращия път трябва да е в рамките на видимостта, затова маневрите се извършват с малка скорост и се взимат мерки да не се застраши влаковото движение по съседни коловози. Ако трасето, по което ще премине влак не може да се защити флангово от маневрите по съседни коловози, маневрата трябва да се прекрати преди преминаване на влака.

Маневрата не може да напуска гарата и да се движи в междугарие. Маневреното придвижване е разрешено най-много до входния светофор на гарата. Ако маневрен състав трябва да се придвижи до съседната гара, той се движи като влак с всички изисквания за движение на влакове.

Оценка и анализ на надеждността на системите на дизеловия локомотив

На фиг. 3. е показано разпределението на отказите по системите на локомотива. Системата с най-много откази е ходовата част (38%), като причина за което може да се посочи високия среден пробег на подвижният състав от 122 949 km, за две години или 61 474 km. на година.



Фиг. 3. Разпределение на отказите по системи през периода от две години на експлоатация

Втората система в която се откриват най-много повреди е електрическата част с 18%, дължащи се на високата възраст на локомотивите и амортизираните изолации в електрическите елементи на системата. Промяната на температурата в апаратните шкафове и кабелните канали води до появата на конденз, който допълнително поврежда компонентите на системата, довеждащи до къси съединения или токови електрически утечки. До същите повреди водят и течовете а масла и гориво също допринасят за повредите в изолациите на ел. инсталацията.

Повредите в двигателя с вътрешно горене, монтиран на локомотива са третите най-често срещани повреди в изследвания подвижен състав. Те се дължат на редица фактори като:

➤ Чести цикли на работа с високо натоварване:

- многократно стартиране и гасене на дизелов двигател
- често реверсиране посоката на движението
- многобройни спириания и потегляния с товар

➤ Неправилно охлаждане в следствие на повреда в охладителната система или неправилна охладителна течност:

- спуквания на радиаторните тела и тръбопроводи
- заклиняване флагчето на поплавъка в разширителния съд и заблуждава, че водната инсталация е пълна
- зареждане на локомотива с твърда вода

➤ Неспазване на инструкции за управление и експлоатация на локомотиви от екипажа:

- при гасене на дизеловия двигател машиниста не охлажда същия на съответните безопасни градуси на охладителната течност и така той повиша температурата и прегрява
- при високи температури на времето, който не позволяват бързо автоматично охлаждане на локомотива трябва да предвиди включването на ръчен режим за да може да регулира охлаждането

- не проверяват нивата и наляганията на маслата
- не източват конденза от въздушните системи и резервоари

➤ Неправилно съхранение на локомотива:

- при ниски температури трябва да се поддържа минимална температура на охладителната течност с цел не замръзването им

- гориво – смазочните материали трябва да отговарят на сезонните промени със съответните технически спецификации при доливане и подмяна
- пневматичната система при минусови температури трябва да бъде заредена със спирт
- стъклата и сигналните лампи на локомотива трябва да бъдат почистени и през зимни условия да работят размразяващите устройства

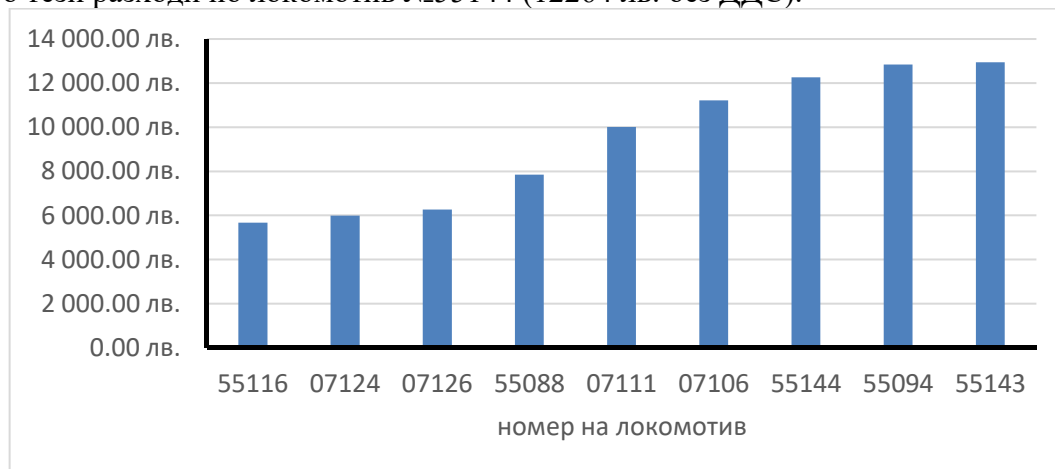
Най-голям дял от повредите в ходовата част има локомотив №07126 (39 отказа), както и в ел. част (16 отказа), така и в пневматиката (9 отказа). В отказите на ДВГ най-голям дял има локомотив №07111 с 15 отказа. Причината за проявяването на отказите в локомотив №07126 са в следствие на спецификата на неговата работа (пътувания на големи дистанции в големи композиции).

Разходи за части и труд за периода от една година на изследването

В материалите, предоставени ми от Локомотивно депо, отговорно за поддържането им, няма данни за това какви пари са похарчени за резервни части за отстраняване на възникналите откази. От разговор със служителите в депо става ясно че се използват части с неясен произход, които често са с съмнително качество, или демонтирани части от бракувани локомотиви, което води до липса на статистически данни за разхода и стойността на вложените части.

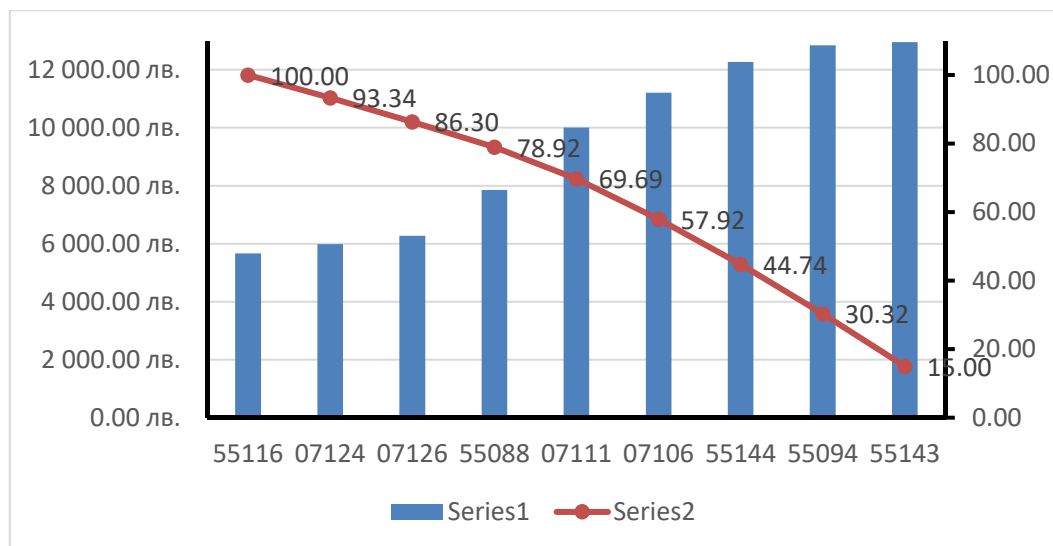
Статистика се води само за количеството положен труд, който се остойностява по приетите наредби за остойностяване на положения от служителите труд спрямо тяхната квалификацията. Разпределението на стойността на труда, в български лева без ДДС, по отделните машини е показано на фиг. 4.

От фигурата се вижда, че най-много струва труда положен по локомотив №55143 (12 952 лв. без ДДС), следвани от разходите за труд по локомотив №55094 (12840 лв. без ДДС) и на трето място тези разходи по локомотив №55144 (12264 лв. без ДДС).



Фиг. 4. Разпределение на стойността на труда по отделните машини

От фигурата се вижда, че най-голямо влияние върху похарчените пари за труд положен за отстраняване на отказите на изследваните локомотиви има локомотив №55143. Неговите откази имат дял от 15% от всички направени разходи. Същото влияние, върху разходите, оказва и локомотив №55094. Тези два локомотива са отговорни за 30,32% от направените разходи за труд. Веднага се вижда голямата разлика между посочените два локомотива и останалите, като тази разлика е и възможност за оптимизиране на разходите. В случай, че намалим разходите за труд само на тези два локомотива наполовина, то получения ефект върху общите разходи се изчислява на около 15%, т.е. концентрирайки се върху тези два локомотива с цел намаляване на разходите за поддържане ще имаме най-голям ефект.



Фиг. 5. Парето анализ на разходите за труд

От направения Парето анализ на разходите за труд се вижда, че най-голям дял от разходите имат локомотивите от серия 55, които са маневрени. При тях има най-високо съотношение между направените разходи и изминатите километри. Това ме кара да предложа на ръководството на БДЖ ПП да обновят подвижния състав използван за извършване на маневри в гаровите райони.

Тези два локомотива имат най-голям брой откази в ходовата част, като по конкретно в ресорното окачване. Причините за тази повреда са:

- високата възраст на локомотивите и свързаната с нея умора на материала;
- състоянието на пътната инфраструктура.

При ремонта на ресорите се избягва подмяната с нови, а старите се шпригват и монтират отново. Този вид ремонт не отстранява качествено повредата и получения ресор е с по-малка надеждност. В случай на скъсване на ресора, той се подменя с друг от бракувана вече машина, използвана като донор за резервни части.

Другата причина е състоянието на железният път, който натоварва значително ходовата част. Неравностите и пропаданията в него, както и състоянието на стрелките създават големи ударни натоварвания, които повреждат ресорите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирайки предоставената информация, може да се заключи, че различните видове експлоатационни условия могат да имат влияние върху броя откази спрямо изминатите километри.

Разликата в броя на отказите между локомотива с най-малък пробег и този с най-голям е 73,33% докато разликата в пробезите им е 78,6%, от което следва, че локомотивите изминават по-голям пробег за един и същ брой откази. Тази разлика се дължи на различните условия при които се експлоатират локомотивите.

По показателя откази/1000km, влиянието на експлоатационните условия (предимно използване за маневри и превоз на къси разстояния) върху надеждността на локомотивите от серия 55. Този тип дейност се характеризира с чести циклични натоварвания, които явно амортизират по-бързо тези локомотиви.

По показателя разпределение на отказите по системите на локомотива - системата с най-много откази е ходовата част (38%), като причина за което може да се посочи високия среден пробег на подвижния състав от 122 949 km, за две години или 61 474 km. на година.

Промяната на температурата в апаратните шкафове и кабелните канали води до появата на конденз, който допълнително поврежда компонентите на системата, довеждащи до къси

съединения или токови електрически утечки. До същите повреди водят и течовете а масла и гориво също допринасят за повредите в изоляциите на електрическата инсталацията.

От направения Парето анализ на разходите за труд се вижда, че най-голям дял от разходите имат локомотивите от серия 55, които са маневрени. При тях има най-високо съотношение между направените разходи и изминатите километри.

Повредите в ходовата част на локомотивите се дължат на амортизацията им и качеството на железопътната инфраструктура.

Прилагането, при ремонта на изследваните системи, на части със съмнително качество, както и от бракувани локомотиви или рециклирани такива води до лошо качество на ремонта, което оказва негативно влияние върху надеждността на изследваните локомотиви.

REFERENCES

BODNAR, Borys Ye; OCHKASOV, Oleksandr B. System choice of the technical maintenance of locomotives equipped with on-board diagnostic systems. 2017.

BODNAR, B. E., et al. Choosing the system of locomotive maintenance in view of the effect of dependent failures. Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта, 2018, 6 (78): 47-58.

SZKODA, Maciej; SATORA, Magdalena; KONIECZEK, Zbigniew. Effectiveness assessment of diesel locomotives operation with the use of mobile maintenance points. Archives of Transport, 2020, 54.2: 7-19.

FOWLER, Henry. The Maintenance and Repair of Locomotives. *Journal of the Institution of Locomotive Engineers*, 1913, 3.1: 2-15.

ATTOCK, M. O.; FLETCHER, S. Some Ideas on the Maintenance of Diesel Electric Locomotives. *Journal of the Institution of Locomotive Engineers*, 1960, 50.275: 364-394.

KRASHENININ, O. S. The effect of locomotive hours on adjusting periodicity of maintenance service and current repair. *Science and Transport Progress*, 2015, 1 (55): 148-154.

BARANOVSKYI, Denys, et al. Determination of the Risk of Failures of Locomotive Diesel Engines in Maintenance. *Energies*, 2023, 16.13: 4995.

PAVLYUKOV, Aleksander, et al. Organization of operation, repair and maintenance of locomotives in the railroad operating domain. In: *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, 2019. p. 02008.

BUTOR, Anna; LABISZ, Krzysztof. Reduction of life-cycle costs of locomotives by leaning maintenance process. *Problemy Kolejnictwa*, 2020, 188: 103-113.

V. GLADKOVA, GROZEV D., INNOVATIONS IN THE SERVICE ACTIVITY IN SERVICING VEHICLES. МЛАДЕЖКИ ФОРУМ „НАУКА, ТЕХНОЛОГИИ, ИНОВАЦИИ, БИЗНЕС“ 2023 пролет, ISSN: 2367-8569

Dimitar Grozev. STUDY OF THE RELIABILITY OF SPECIALIZED FIRE RESCUE EQUIPMENT. IN: PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2020, volume 59, Ruse University, Русенски университет, 2020, pp. 111-123, ISBN 1311-3321, ISSN 1311-3321