

SAT-2.203-2-TMS-08

**Специфични особености на модернизацията на електрически
локомотиви серии 44 и 45**

**Specific Features of the Electric Locomotives Series 44 And 45
Modernization**

Кирил Велков
Kiril Velikov

***Specific Features of the Electric Locomotives Series 44 And 45 Modernization:** This paper is dedicated to the modernization of locomotives series 44 and 45 which are in service in Bulgaria. The main advantages and principles are explained in the paper. Specific features and conditions in Bulgarian rail transport are mentioned and based on it specifications of modernization are defined.*

***Key words:** electric locomotives, modernization, service conditions.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Електрическите локомотиви от серии 44 и 45 са произведени през седемдесетте години на XX век от заводите Шкода, тогавашна Чехословакия. От момента на техния внос и до сега, те са основните серии влакови електрически локомотиви у нас и притежават голям дял от извършената и извършващата се превозна работа.

На практика единствената разлика между двете серии е стойността на предавателното отношение на колоосните редуктори и като следствие, разлика в максималните скорости на движение [2, 4].

Техническото състояние на тези локомотиви в настоящия момент не е на необходимото ниво [1], поради следните основни причини:

- капиталните и средните ремонти на локомотивите, предвидени в ремонтния им цикъл не са извършвани в последните години, а надвишения пробег е значителен;
- като цяло, ремонтният им цикъл не се изпълнява в необходимият обем, междуремонтни пробези и качество на изпълнението;
- за качеството на извършените ремонти голямо отрицателно влияние имат липсата на резервни части, понижено професионално ниво на ремонтният и експлоатационен персонал и др.

Не може да се пренебрегне и възрастта на локомотивите, но трябва да се отбележи, че съществува не писано правилото, че няма стар локомотив, а има лошо поддържан.

1. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

За излизане от моментното състояние на локомотивния парк и недостатъчния брой локомотиви, необходими за обслужването на влаковете, залегнали в графика за движение, са възможни следните основни направления:

А. Закупуване на нов подвижен състав, за цялостна подмяна на остарелите локомотиви.

Това е начин за радикално решаване на проблема, но изисква значителни средства и е невъзможно закупуване на голям брой нови единици тягов подвижен състав в къси срокове. На този етап, този начин е неосъществим, главно поради финансовото състояние на държавния железопътен превозвач.

Б. Подобряване на техническото състояние на локомотивите

Този вариант е приложим при извършване на капитален ремонт в пълен обем, както и модернизация на локомотивите. Той се характеризира с по-малкото финансови средства, необходими за реализирането му, като при наличие на

определен финансов ресурс, може да бъде реализиран и в значително по-кратки срокове. Логично е обаче, това да бъде преходно решение, преди цялостното подновяване на необходимия тягов подвижен състав. Въпреки това, модернизацията на този тип локомотиви е технически правилно решение със сравнително дългосрочен икономически ефект. Тя обаче е необходимо да бъде съобразено с условията на експлоатацията у нас, както и със спецификите на серията локомотиви.

2. СЪЩНОСТ НА МОДЕРНИЗАЦИЯТА

Модернизацията е приложима при тези транспортни средства и различни други самоходни машини, при които корпусните детайли – рами и др., са сравнително масивни и малко поддатливи на корозия [1, 3]. В този смисъл модернизацията много често се отъждествява с рециклиране или реновиране на този тип техника.

От първостепенна важност при модернизацията е изборът на подходяща серия локомотиви. Той зависи от специфичните характеристики на серията, условията на експлоатацията, както и от перспективите за развитие на превозите, като цяло. Поради комплексния характер на различни фактори с влияние върху този избор, той е рационално да се осъществи с помощта на многокритериален анализ [3]. По този начин бе потвърден правилният избор на електрически локомотив за модернизация-серия 46. Нейната модернизация започна преди около 15 години и резултатите от експлоатацията на модернизирания локомотиви са добри. В момента обаче, масите на бързите и експресни влакове са намалени, което предполага и използването в голям процент от случаите, на локомотиви с мощностни показатели, близки до тези на серии 44 и 45. След промяна в тежестта на отделните критерии, използвани в многокритериалния анализ [3], съобразена с актуалните в момента условия на експлоатацията у нас, се получава резултат, посочващ серии 44 и 45 като подходящи за модернизация.

2.1. Предимства на модернизацията

Експлоатацията на модернизирания локомотиви от серии 46 200 и двата 44 001 и 44 002 показва положителни резултати, въпреки особеностите на експлоатацията. Тези положителни резултати са характерни всички модернизирани локомотиви, а не само тези у нас. Те могат да се разделят на следните основни групи:

- Икономически предимства

При извършване на модернизация се удължава живота на локомотива с още около 25 години, в зависимост от начина на извършване. Като резултат се получава локомотив с технически параметри близки до тези на новопроизведените, но на цена значително по-ниска. Цената на един съвременен новопроизведен локомотив, с параметри сходни с тези на серии 44 и 45 е от порядъка $10 \div 12$ млн. лв, а модернизацията им на сравнително добро ниво, би струвала около $2 \div 3$ млн.

Трябва да се отбележи, че много често, в зависимост от нивото на модернизация, сумарният разход на електроенергия на модернизирания локомотиви е по-нисък от този на базовата серия.

- Експлоатационни предимства

При провеждане на модернизация, на модернизирания локомотиви се увеличават междуремонтните пробези в ремонтния им цикъл при планово-предупредителната система за ремонт.

При серии 44 и 45 пробегът между два капитални ремонта е $1\,800\,000$ km, докато при модернизирания 44001 и 44002 той е $3\,200\,000$ km. Също така са увеличени и останалите междуремонтни пробези, което в крайна сметка води до намаляване на броя ремонти за едни и същи пропътвани километри – K_p , табл. 1. Аналогични са разликите и при модернизирания локомотиви от серия 46 200 и тези от 46.

По показателя, илюстриран с данните от таблица 1 се вижда, че най-трудоемка е серия 46, а след нея 44. След модернизацията ремонтните цикли идентични и с много по-малко ремонти на 1000 пропътувани километра.

Този показател отразява само броят ремонти, което от своя страна оказва влияние върху повишаването на коефициента на техническа готовност на локомотивите, а той върху инвентарния парк локомотиви.

Таблица 1. Брой ремонти за пропътувани 1000 km.

Локомотив серия	K_p за КР до МПР, бр. рем./1000 km	K_p за КП до ПР, бр. рем./1000 km	K_p За КР до КР, бр. рем./1000 km
44 и 45	0,067	0,0133	0,0022
44 001 и 44 002	0,04	0,01	0,00125
46	0,075	0,0125	0,002
46 200	0,04	0,01	0,00125

На базата на тези данни, по (1), [1], могат да се определят ориентировъчно бройките ремонти за всяка серия, определен период. Получените данни са ориентировъчни, но са удобни за сравнение и предварително планиране на ремонтната дейност.

$$N_i = A \cdot P \cdot K_p, \text{ бр}, \quad (1)$$

където: N е броят на ремонтите от определен вид, за определен времеви период;

i – видът на ремонтите – КР до МПР, КП до ПР и КР до КР;

A – средният денонощен пробег на локомотивите, *km/ден*;

P – броят на дните в работа, *бр.дни*.

Коефициентът на техническа готовност на локомотивите, за нуждите на разглеждания въпрос, може да бъде определен съгласно (2):

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{N_e}{N_n} \quad (2)$$

където: $K_{\text{ТГ}}$ е коефициентът на техническа готовност на съответната серия;

N_e – броят на локомотивите в експлоатация, *бр.*;

N_n – броят на локомотивите от съответната серия (паркът от тази серия), *бр.*

Опитът от експлоатацията на модернизирания локомотиви 46 200, показва, че са достигнати стойности на $K_{\text{ТГ}}$ до 0,9, докато за немодернизирания от същата серия той е от порядъка на 0,43.

- екологични и ергономични предимства

Модернизирания локомотиви с понижения си разход на енергия, по-ниското ниво на шум и др. са по-екологични от базовите за съответната серия. Подробното разглеждане на този въпрос излиза извън обема и целите на настоящия доклад.

При този тип локомотиви, благодарение на усъвременените пултове за управление – работното място на локомотивния машинист, се удовлетворяват по-високи ергонични изисквания за работната среда. Това неминуемо рефлектира върху подобряване на условията на труд на локомотивните бригади и е предпоставка за повишаване на качеството му.

2.2. По-важни насоки за модернизацията на електрическите локомотиви от серии 44 и 45

- механична част

По отношение на механичната част има натрупан опит от експлоатацията на 44001 и 44002 и той може да се ползва при определянето на параметрите за модернизиране на механичната част. Важно конструктивно решение би било подмяната на колоосните редуктори на всички локомотиви от серия 45 с такива с предавателно отношение за 130 *km/h*. Тази промяна се налага поради необходимостта да се обслужват влакове за превоз на пътници със скорости 130 *km/h*.

- тягова част

По-добрия вариант за изпълнение по отношение тази част от модернизацията е въвеждането на безстепенно управление на постояннотоковите тягови двигатели [2]. Но поради ограничения финансов ресурс е възможен и по-евтиния, но технически по-неиздържан вариант със запазване на досегашната система за стъпално управление. Той се характеризира с извършване на всички операции, предвидени в обема за капитален ремонт, което ще значи цялостно възстановяване на системата, но в оригиналния и вид.

- система за управление

Необходимо е цялостно осъвременяване на пулта за управление на локомотива, съгласно европейските тенденции и изисквания. Сегашния пулт фиг. 2 е твърде остарял морално и физически и е далеч от съвременните ергономични изисквания. Освен това контролните уреди за наблюдение на параметрите на локомотива и управлението му носят чертите на конструктивните решения от седемдесетте години на миналия век.

На модернизираните локомотиви е целесъобразно да се монтира пулт, отговарящ на съвременните изисквания и дигитализирани контролни уреди – фиг. 2.



Фиг.2. Пулт за управление на локомотиви серии 44 и 45.



Фиг.3. Пулт на модернизиран локомотив.

Важно е и въвеждането в системата за управление на т.нар. „джойстик“. Това на практика е темпомат, или система при която чрез настройка на необходимата скорост на движение, компютризираната система я поддържа автоматично. Така се намаляват субективните грешки при управлението и се постига по-плавно поддържане на скоростта и по-нисък разход на електрическа енергия за тягови нужди. Освен това въвеждането на тази система води и до частично облекчаване на труда на локомотивните машинисти.

- пневматична и спирателна система

Тези системи в досегашните модернизации са сравнително по-слабо засегнати.

Добро конструктивно решение е стандартните бутални компресори на локомотивите да бъдат заменени с винтови. Те изискват по-малка мощност за задвижването си, при еднакъв дебит и максимално налягане с буталните. Това допринася до намаляване на консумираната енергия за собствени нужди в

дългосрочен план. Освен това, поради липсата на клапанова система, триене между буталата, буталните пръстени и цилиндрите, загряването на сгъстения въздух на изхода на компресора е на по-ниско ниво. Това спомага за намаляване на количеството вода (кондензат) отделяно след компресора. От друга страна винтовите компресори са с по-ниско ниво на шум, спрямо буталните.

Въвеждането на изсушители за сгъстения въздух е практически задължително съвременно решение. То допринася за намаляването на количеството водни пари в сгъстения въздух, а от там понижени условия за корозия на елементите от спирачната система на локомотива и влаковете, които вози, намаляване на замърсяването на спирачните апарати и избягване на замръзване на спирачната система в условията на отрицателни температури на околната среда.

От голямо значение на тези локомотиви, при тяхната модернизация да се осъществи т.нар. координация на спирането. Това значи възстановяване на реостатната спирачка. На тази серия, тя е ненадеждна като схема и изпълнение и на практика не работи при нито един локомотив. Тя е електрически отделена от автоматичната влакова спирачка, което не позволява двете спирачни системи да работят съвместно. Ако се въведе спомената вече координация, ще се осигури съвместната работа на двете спирачни системи. Това решение се прилага при всички съвременни локомотиви и е с доказана ефективност. При въвеждането на тази система ще се осигури допълнителна спирачна ефективност, по-плавно регулиране на скоростта, от голямо значение при влаковете за превоз на пътници. Това обаче изисква инсталиране на компютър за управление на тягата и спирането, както и модерна микропроцесорна противополозгаща система.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация на електрическите локомотиви серии 44 и 45 е належаща и при провеждането ще се реализират следните положителни ефекти:

- Ще се увеличи срокът на експлоатация на тези локомотиви е още около 25 години;
- След модернизацията локомотивите ще бъдат с осъвременени параметри, но на цена значително по-ниска от тази за нови;
- Ще се подобрят условията на труд на локомотивните бригади;
- Консумацията на електрическа енергия ще се намали;
- Ще се подобри плавността на управление по отношение на поддържането на скоростта по различните участъци, важно условие за обслужването на влакове за превоз на пътници;
- Ще се намали броят на плановите ремонти за пропътуваните километри;
- При евентуална продажба на локомотивите на друг превозвач, цената им ще бъде по-висока.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Велков К., О. Кръстев, В. Стоилов, Б. Дамянов. Възможности за подобряване на ремонтната дейност на локомотивите. IV конференция с международно участие "БУЛТРАНС-2012", Созопол, 2012.

[2] Иванов Р., И. Евтимов, И. Миленов, О. Кръстев, К. Велков. Електрически превозни средства за обществен транспорт. Русе, 2016.

[3] O. Krastev, K. Velkov, M. Krastev, Selection of the locomotive series for modernization, based on multicriterion analysis, XVI International Scientific-expert Conference on Railway RAILCON'14XVI International Scientific-expert Conference on Railway RAILCON'14, Niš, Serbia, 2014.

[4] Кръстев О., К. Велков. Тягов релсов състав. София, 2013 г.

За контакти:

Доц. д-р Кирил Велков, Катедра “Железопътна техника”, Технически университет
- София, тел.: 02-965 34 11, e-mail: khvel@tu-sofia.bg