

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО НОВОГО ПОКОЛІННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ДЛЯ ВАНТАЖНОЇ І ПАСАЖИРСЬКОЇ ПОЇЗДНОЇ РОБОТИ

Панасенко Н.М.

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Україна, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ “ХПІ”, кафедра “Електричний транспорт та тепловозобудування”
тел. (057) 706-63-67

Розглянуті основні вимоги до нового покоління вантажно-пасажирських електровозів для залізниць України і вигоди від реалізації цих вимог.

Рассмотрены основные требования к новому поколению грузо-пассажирских электровозов для железных дорог Украины и выгоды при реализации этих требований.

ВСТУП

Сьогодні Україна не має достатніх фінансових ресурсів для створення магістральних електровозів використанням традиційного підходу, а саме створення електровозів як різних серій по роду служби так і різних серій по роду струму живлення в контактній мережі, які вже вкрай необхідні для заміни швидко старіючого багатосерійного електровозного парку „Укрзалізниця”. Для успішного вирішення задачі по оновленню в найближчі роки електровозного парку „Укрзалізниця” вітчизняним електровозобудівникам і залізничникам потрібно насамперед розробити науково-обґрунтовану, технічно та фінансово реалізуємо стратегію розвитку електровозобудування на найближчі 10-15 років, виходячи із сучасного стану електровозного парку залізниць та із урахуванням пріоритетних шляхів розвитку залізничного транспорту.

Відомо [1], що для залізниць України при забезпеченні вантажного, пасажирського, прискореного пасажирського і швидкісного пасажирського руху поїздів з економічно доцільною масою і вагоноскладністю потрібні магістральні електровози потужністю від 4200 кВт до 14000 кВт. Вказані потужності дуже добре реалізуються на основі базової чотирьохосьової секції електровоза потужністю 4800 кВт. В цьому випадку структура електровозного парку „Укрзалізниця” при концепції „гнучкого типу” буде мати можливість забезпечувати видачу під поїзди електровозів потужністю 4800 кВт (односекційного), 9600кВт (двохсекційного) та 14400кВт (трьохсекційного). Такий підхід до оновлення електровозного парку „Укрзалізниця” потребує насамперед формування вимог до базової секції електровозів „гнучкого типу” які прийдуть на заміну багатосерійного парку електровозів, та вирішати задачі по забезпеченню плануваних об’ємів перевезень та зменшенню капітальних і експлуатаційних витрат залізниць.

ОСНОВНІ ВИМОГИ І ШЛЯХИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ.

Однією з головних задач сучасного етапу розвитку світового залізничного транспорту є необхідність підвищення конкурентоспроможності за рахунок покращення якості транспортних послуг на ринку перевезень. Для ліній електрифікованих залізниць з сумісним вантажним і пасажирським рухом вирішення цієї задачі в значній мірі залежить від електровозобудів-

ників, а саме, від їх спроможності створити високо-ефективний магістральний електровоз відповідаючий слідуючим вимогам:

- універсальності з боку роду служби і максимальній уніфікації з боку роду струму в контактній мережі;
- високій надійності і експлуатаційній готовності;
- благоприятному співвідношенню основних технічних характеристик і ціни;
- незначним витратам на технічне обслуговування і поточний ремонт;
- можливості деповської заміни кабіни на перехідний блок і роботи в системі багатьох одиниць;
- можливості підвищення конструкційної швидкості електровоза;
- забезпечення безумовної безпеки руху.

Розглянемо тепер ці основні вимоги з точки зору необхідності і вигоди при їх реалізації стосовно використання електровозів на лініях електрифікованих залізниць України. Тут треба особливо відмітити, що в зв’язку з двохсистемною лінією електрифікованих залізниць України по роду струму тягових електромереж, а це постійний струм напруги 3 кВ або змінний струм промислової частоти 50 Гц напруги 25 кВ, електровозний парк залізниць України складається і буде складатися із магістральних електровозів постійного струму і змінного струму. Крім цього, є також велика необхідність в двохсистемних магістральних електровозах = 3 кВ/25 кВ, 50 Гц, спроможних забезпечувати безупинне перетинання поїздами дальнього сполучення (вантажними і пасажирськими) стиків між ділянками, електрифікованими в різних системах струму.

Універсальність з боку роду служби і максимальна уніфікація з боку роду струму в контактній мережі живлення. Враховуючи, що індивідуальне створення нового покоління окремих серій вантажних і пасажирських магістральних електровозів постійного, змінного і подвійного струму живлення є процесом науковим, тривалим та дуже вартісним, необхідно щоб роботи по їх проектуванню зводились головним чином до пристосування деякої базової конструкції з точки зору її використання в пасажирській і вантажній роботі для заданої системи струму живлення. Такий підхід і потребує від координуючого центру залізниць (у нашому випадку це „Укрзалізниця”) першочергового прийняття рішення по створенню базової конструкції вантажно-пасажирського варіанту

електровоза для цих серій. Така базова конструкція електровоза вимагає від електровозобудівників обов'язкового вирішення першої вимоги, а саме, її універсальності з боку роду служби і максимальній уніфікації з боку роду струму живлення.

Виходячи з досвіду, накопиченого електровозобудівниками на кінець ХХ-го століття, сьогодні можна стверджувати, що універсальний (вантажно-пасажирський) магістральний електровоз для постійного, змінного і подвійного струму живлення можливо створити на базі тягової електропередачі з асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором [2-4].

Типовими базовими конструкціями для вантажно-пасажирських магістральних електровозів є чотирихосьовий вантажний електровоз змінного струму серії 185 і чотирихосьовий пасажирський електровоз постійного струму серії Е 402 номінальних потужностей 5600 кВт [5,6]. Максимальна сила тяги при зрушенні з місця електровозів серій 185 і Е 402 складає 300 кН і 264 кН відповідно, а їх конструкційна швидкість при опорно-осьовому тяговому приводі візків є 160 км/год. Фірми-виробники цих електровозів стверджують, що їх базові конструкції можуть використовуватися для створення вантажно-пасажирських електровозів і других типів з боку роду струму живлення. Так, на базі електровоза Е 402 створено трьохсистемний вантажно-пасажирський електровоз Е 402В на напругу живлення = 1,5 кВ/ = 3 кВ/ ~ 25 кВ, який має високу ступінь схемної і конструкторської уніфікації з електровозом Е 402 в частині перетворювачів частоти, асинхронних тягових двигунів, кабіни, екіпажної та візкової частин. Основне призначення електровоза Е 402В це робота з вантажними експрес-поїздами і пасажирськими поїздами на лініях = 3 кВ 25 кВ, 50 Гц електрифікованих залізниць. Італії з виходом на лінії електрифікованих залізниць Франції (= 1,5 кВ).

Виконання електровозобудівниками щодо базової конструкції для нової серії електровозів першої вимоги обумовлює спрощення стандартизації конструкції і компонентів обладнання навіть в межах невеликої кількості електровозів різних типів в одній серії (у нашому випадку трьох типів вантажно-пасажирських електровозів), що надає можливість реалізації модульного принципу побудови електровозів однієї серії, а це як відомо, значно здешевлює виробництво, а також технічне обслуговування і поточний ремонт як в рамках конкретного типу електровозів, так і в рамках всього електровозного парку цієї серії. Крім цього, модульний принцип побудови базової конструкції електровоза дає ще дві суттєві вигоди, а саме:

- дозволяє мінімізувати виробничі витрати за рахунок прискорення роботи по монтажу, наладці і здачі в експлуатацію конкретного типу електровоза даної серії;
- окремі підсистеми електровоза, виконані на модульному принципі, навіть після тривалої експлуатації можуть бути у випадку необхідності замінені попередньо налагодженими, випробуваними і готовими до монтажу підсистемами.

Модульний принцип також дозволяє як у виробництві так і в експлуатації швидко і економічно провести удосконалення підсистем електровоза і таким чи-

ном забезпечити відповідність електровоза новітньому рівню техніки.

Висока надійність і експлуатаційна готовність електровоза. В принципі, впровадження в експлуатацію більш досконалих в технічному плані електровозів з асинхронними тяговими двигунами, хоча і відкриває нові можливості, пов'язано з деяким ризиком, обумовленого високою складністю їх тягових електроенергетичних систем. Світовий досвід показує, що мінімізувати ризик можливо за рахунок виключення розвитку аварійних режимів при відмовах як в підсистемі тягової електропередачі, так і в допоміжних бортових пристроях тягової електроенергетичної системи електровозів шляхом доповнення цієї системи бортовою підсистемою функціональної діагностики всіх бортових пристроїв (інформаційних та енергетичних) [7]. Такий підхід дозволяє забезпечити високу надійність і експлуатаційну готовність, оскільки машиніст за допомогою підсистеми діагностики може аналізувати ситуацію і приймати відповідні заходи у випадку появи неполадок.

Наявність бортової підсистеми діагностики і придатність ремонту тягової електроенергетичної системи по агрегатному методу шляхом заміни окремих модулів підсистем без їх ремонту на місці значно збільшує експлуатаційну готовність електровозів. Експлуатаційна готовність електровозів з асинхронними двигунами в порівнянні з електровозами з колекторними двигунами підвищується також за рахунок виключення робіт по обслуговуванню щіточно-колекторного вузла та зменшення кількості контактної апаратури на підтримку працездатності яких витрачається десь біля 10% від трудовитрат на технічне обслуговування і ремонт [8].

Підвищення надійності та як наслідок зростання коефіцієнта експлуатаційної готовності електровозів в практиці сучасного світового електровозобудування досягається також за рахунок використання нових технічних рішень при створенні вузлів і схем, застосування нових технологій, нових матеріалів, сучасних методів об'єктивного контролю якості, що як результат, забезпечує використання безремонтних конструкцій і впровадження планових замін деталей та вузлів з гарантованим ресурсом.

Висока надійність та експлуатаційна готовність електровозів нового покоління поряд з їх універсальністю дозволяє довести добові пробіги електровозів з поїздами до 2000 км [9], а це як відомо приводить до значного скорочення електровозного парку, що в першу чергу, суттєво зменшить капітальні витрати залізниць України.

Благоприємне співвідношення основних технічних та експлуатаційних характеристик і ціни електровоза. На наш погляд, для залізниць України, замовників електровозів, для залізниць України, як замовників електровозів, критеріями оцінки прийнятності ціни електровоза нового покоління є, з однієї сторони, основні технічні характеристики: потужність – Р, сила тяги – Н, конструкційна швидкість – V, характеризуючі в першому наближенні продуктивність електровоза, а, з другої сторони, основні експлуатаційні характеристики: коефіцієнт тривалості служби електровоза до першого капітального ремонту – K_{ET} як відно-

шення тривалості терміну роботи до його першого капітального ремонту до терміну його служби, коефіцієнта експлуатаційної готовності електровоза – K_{EG} , як відношення середньо добового часу його готовності до роботи, до терміну доби, експлуатаційний коефіцієнт корисної дії електровоза – K_{ED} , як відношення потужності витрачаємої на тягу при поїздній роботі, до потужності, споживаємої електровозом при поїздній роботі, коефіцієнт імовірності безвідмовної роботи електровоза – $K_{БР}$, характеризуючі в першому наближенні експлуатаційні витрати. Таким чином, електровоз з кращими технічними і експлуатаційними характеристиками має обґрунтовану передумову перед замовником для більш високої ціни. Прийнятна ж для залізниць ціна серійного електровоза нового покоління C_H , який йде на заміну електровоза попереднього покоління при однакових умовах з точки зору комфортності машиніста та ступеня автоматизації управління, контролю та діагностики може бути визначена із слідуючого співвідношення:

$$C_H \geq \frac{C_{cm}}{(P \cdot H \cdot V)_{cm}} \cdot (P \cdot H \cdot V)_H \cdot \frac{(K_{ETC} \cdot K_{EG} \cdot K_{ED} \cdot K_{БР})_H}{(K_{ETC} \cdot K_{EG} \cdot K_{ED} \cdot K_{БР})_{cm}}$$

де C_{cm} – ціна електровозу, що замінюється (старого типу); $(P \cdot H \cdot V)_{cm}$ і $(P \cdot H \cdot V)_H$ – добуток потужності, сили тяги і конструкційної швидкості електровозів старого та нового типів відповідно;

$$\left(\hat{E}_{A0\hat{N}} \cdot \hat{E}_{A\hat{A}} \cdot \hat{E}_{A\hat{A}} \cdot \hat{E}_{A\hat{D}} \right)_{cm} \text{ і}$$

$$\left(K_{ETC} \cdot K_{EG} \cdot K_{ED} \cdot K_{БР} \right)_H \text{ – добуток відповідних експлуатаційних коефіцієнтів старого і нового типу електровозів відповідно.}$$

Такий підхід до визначення благоприємного співвідношення ціни і основних технічних та експлуатаційних характеристик конкретного типу магістрального електровоза нового покоління в серійному виробництві може бути реалізований при виконанні слідуючих двох умов:

По-перше, коли цей електровоз буде представляти собою модифікацію недорогої у виробництві базової конструкції з модульним принципом її побудови. В рамках цієї умови основними заходами електровозобудівників є:

- спрощення підсистем;
- зменшення кількості підсистем в межах виробництва всіх типів електровозів цієї серії;
- зменшення різноманітності вузлів і деталей стосовно різних типів електровозів цієї серії;
- використання попередньо випробуваних підсистем великої серійності;
- впровадження у виробництво нових, більш економічних технологій.

По-друге, коли базова конструкція електровозів нової серії буде створена за рахунок централізованих коштів координуючого центру, а саме, „Укрзалізниця”, що принципово дає можливість не включати в ціну серійного електровоза, постачаємого на залізницю, одночасові витрати на науково-дослідну, опитно-конструкторську роботи та дослідні зразки електровозів, які при створенні електровозів нового покоління є дуже великими в порівнянні з прямими витратами при

серійному виробництві. В рамках цієї умови основними заходами з боку „Укрзалізниця” є:

- розробка технічних вимог до базової конструкції вантажно-пасажирського електровозу з обов’язковим визначенням основних технічних характеристик стосовно кожного типу електровоза, як модифікації базової конструкції;

- узгодження технічного завдання на розробку базової конструкції вантажно-пасажирського електровоза та затвердження об’єму фінансування та термінів створення дослідних зразків окремих типів електровозів;

- узгодження кількості і ціни модифікацій в рамках всієї серії електровозів, а також кількості електровозів в межах кожної модифікації та їх випуск по рокам з урахуванням реальної потреби окремих залізниць.

Вигода від реалізації цих двох умов в рамках вимоги благоприємного співвідношення технічних та експлуатаційних характеристик і ціни лежать в площині фактичної появи плану довгострокової співпраці цих двох сторін в напрямку створення як високоефективних локомотивів нового покоління, так і сучасних енерго – та трудозберігаючих систем технічного обслуговування і ремонту цих локомотивів.

Незначні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електровоза. Виконання цієї вимоги ґрунтується в значній мірі на забезпеченні електровозобудівниками двох перших вимог, а саме, універсальності з боку роду служби та максимальній уніфікації з боку роду струму живлення і високої надійності та експлуатаційної готовності.

Побудова базової конструкції електровоза по модульному принципу реалізації його підсистем дозволяє підвищити ступінь Укрзалізниця електровозів в рамках електровозного парку, а також суттєво підвищити контролепридатність та ремонтпридатність електровозів. Ці два чинники дозволяють значно знизити витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт як електровозного парку в цілому, так і окремого електровоза за рахунок стандартизації конструкцій і компонентів обладнання, що дає суттєвий виґраш по трудно – і матеріалозатратам навіть в рамках невеликої кількості електровозів окремих типів.

Включення в тягову електроенергетичну систему електровозів бортової підсистеми діагностики з реалізацією каналу передачі інформації від цієї підсистеми до стаціонарних діагностичних пунктів системи технічного обслуговування і поточного ремонту електровозів дозволяє при постановці електровоза на технічне обслуговування практично відразу мати інформацію про стан та наявність відмов в підсистемах, що скорочує час на виконання робіт по профілактиці та відновлення працездатності електровоза.

Зниження трудовитрат на обслуговування і ремонт в розрахунку на весь експлуатаційний цикл електровозного парку нового покоління досягається також за рахунок переходу з шести та восьмиосової конструкції на чотирьох осьову конструкцію електровозів, що стало можливим при використанні асинхронних тягових двигунів [10]. Крім цього, асинхронний тяговий двигун має краще використання активних матеріалів, в основному міді, та не потребує щільно-колекторного вузла, що робить його дешевшим як

у виробництві, так і в експлуатації [11,12]. Так, німецький досвід експлуатації чотирьохосьових магістральних електровозів з асинхронними тяговими двигунами свідчить, що витрати часу на їх обслуговування і ремонт складають десь біля двох годин на 1000 км пробігу електровоза, а це значно менше (в 1,5 – 2 рази) чим затрати часу на обслуговування і ремонт шестиосних електровозів з колекторними тяговими двигунами [9].

Таким, чином незважаючи на деяке підвищення в ціні магістральних електровозів нового покоління з асинхронними тяговими двигунами, реалізація електровозобудівниками концепцій базової конструкції, потребує менших витрат на технічне обслуговування і ремонт, дозволить залізничникам суттєво зменшити їх витрати в розрахунку на весь життєвий цикл електровозів.

Можливість деповської заміни кабіни машиніста на перехідний блок і роботи електровоза в системі багатьох одиниць. Забезпечення експлуатаційної ефективності електровозів при їх використанні потребує вирішення обов'язкової умови щодо можливості роботи електровоза в системі багатьох одиниць і бажаної умови щодо можливої деповської заміни як кабіни машиніста на перехідний блок, так і перехідного блоку на кабіну машиніста. Перша умова потребує від електровозобудівників вирішення задачі по забезпеченні можливості роботи електровоза в режимі кратної тяги при управлінні локомотивної зцепки з однієї кабіни машиніста. Вирішення цієї задачі не викликає з боку електровозобудівників ніяких заперечень і на сучасному рівні розвитку електровозобудування вирішується достатньо просто. Однак, реалізація тільки цієї умови обумовлює дуже велику незручність для локомотивної бригади при контролі і обслуговуванню таких електровозних зцепок в їх поїздному режимі роботи. Для вирішення цієї проблеми, як правило, йдуть на збільшення чисельного складу локомотивних бригад для електровозів-сцепок. Тому більш доцільно електровозні зцепки створювати на основі базової конструкції електровоза (секції) пристосованої до заміни кабіни машиніста на перехідний блок [1]. В цьому випадку структура парку електровозів буде реалізовувати концепцію „гнучкого типуажу”, а це надасть спроможність забезпечувати видачу під поїзд як односекційного електровоза з двома кабінами машиніста, так і двохсекційного електровоза з двома кабінами машиніста, з'єднаного з секцій по схемі: перша секція „кабіна машиніста – перехідний блок”, друга секція „перехідний блок – кабіна машиніста”, або трьох секційного електровоза з двома кабінами машиніста з'єднаного з секцій по схемі: перша секція „кабіна машиніста – перехідний блок”, друга секція „перехідний блок – перехідний блок”, третя секція „перехідний блок – кабіна машиніста”. Виконання цієї умови дозволяє формувати в локомотивному депо на базі одного конкретного типу електровоза з боку його струму живлення багатосекційних електровозів великої потужності за рахунок збільшення осьової кількості. Такий підхід не приводить до збільшення різноманітності електровозного парку і кількості локомотивних бригад, що як наслідок, дозволяє зменшити експлуатаційні витрати при одночасному збільшенні продуктивності перевезень.

Можливість підвищення конструктивної швидкості електровоза. Відомо [13], що швидкісні характеристики електровоза в значній мірі визначаються доскональністю його екіпажної частини з точки зору зменшення негативної динамічної дії на колію. Ступінь негативності динамічної дії електровоза на колію при заданій швидкості залежить як від величини осьового навантаження, так і від величини невіднесеної маси електровоза. В свою чергу, величина невіднесеної маси електровоза визначається невіднесеною масою його візків, яка залежить від технічних рішень щодо тягового приводу візків з боку підвіски тягових двигунів і редукторів.

Сучасні тягові приводи магістральних електровозів в залежності від підвіски тягового двигуна і редуктора діляться на три основні класи [14]:

– тяговий привід 1-го класу, реалізуючий опорно-осьову підвіску тягового двигуна і редуктора;

– тяговий привід 2-го класу реалізуючий опорно-рамну підвіску тягового двигуна і опорно-осьову редуктора;

– тяговий привід 3-го класу реалізуючий опорно-рамну підвіску тягового двигуна і редуктора.

Найбільш досконалим з точки зору забезпечення найменшої невіднесеної маси візка, максимальної конструкційної швидкості електровоза є тяговий привід 3-го класу, дещо гіршим – привід 2-го класу і найгіршим – привід 1-го класу. Однак тут треба мати на увазі, що візки з більш досконалим в швидкісному відношенні тяговим приводом мають і більше складність і більшу вартість у виробництві та експлуатації [13].

Відмітимо також, що в рамках одного класу тягового приводу можливе деяке підвищення конструкційної швидкості електровоза за рахунок використання більш досконалих конструкцій тягового двигуна і редуктора. Найбільш вагомо цей чинник з боку тягового двигуна проявляється в тягових приводах 1-го класу, де маса тягового двигуна (як і редуктора) безпосередньо є значною складовою невіднесеної маси візка. Так, збільшення конструкційної швидкості електровозів з асинхронними двигунами при використанні тягового приводу 1-го класу стає можливим оскільки асинхронний тяговий двигун має значно меншу масу в порівнянні з тяговим колекторним двигуном постійного струму традиційної конструкції, що і приводить до зменшення динамічної дії електровоза на колію.

Таким чином, якщо базова конструкція вантажно-пасажирського електровоза з асинхронними тяговими двигунами на основі тягового приводу 1-го класу не має обмежень по конструкційній швидкості з боку міцності екіпажних частин, потужності, сили тяги і осьового навантаження то простою заміною візків на візки з тяговим приводом вищого класу можна підняти конструктивну швидкість електровоза. Очевидна вигода від реалізації в базовій конструкції електровоза вимоги щодо можливості підвищення конструкційної швидкості є в зменшенні серійності електровозного парку при забезпеченні вантажно-пасажирського (до 140 км/год), прискорено-пасажирського (до 160 км/год) і швидкісного (до 200 км/год) руху, а це, в свою чергу знижує як витрати на виробництво електровозів, так і витрати на їх експлуатацію.

Забезпечення безумовної безпеки руху. Ця вимога обумовлює для електровозобудівників необхідність виконання дуже суворих умов як з боку вибору матеріалів та конструктивного виконання несучих ходових вузлів екіпажної частини електровоза з метою забезпечення оптимальної міцності з точки зору її довговічності і матеріалоемності, так і з боку недопущення розвитку аварійних процесів в тяговій електропередачі при відмовах електрообладнання з метою усунення пошкоджень в механічних вузлах ходової частини. Крім цього, дуже важливо, щоб силова схема та система управління базової секції електровоза забезпечувала при ординарних відмовах електрообладнання не менше чим 50% живучості електровоза з боку його потужності. Тут треба відмітити, що, по-перше, накопичений електровозобудівниками досвід по створенню екіпажної частини електровозів ДЕ 1 і ДС3 та використання ЕОМ дозволяє підвищити точність розрахунків міцності лімітуючих вузлів її конструкції, знизити коефіцієнти запасу міцності нелімітуючих вузлів, зробити конструкцію екіпажної частини базової секції електровоза рівномірною без зниження її довговічності і надійності і тим самим забезпечити безпеку руху з її боку. По-друге, відпрацьовані в експлуатації структури тягової електропередачі електровозів з асинхронними двигунами дозволяють виконати умову щодо, збереження 50% „відсотків живучості” односекційного електровоза з боку його потужності при ординарних відмовах електрообладнання.

Дуже важливим з боку забезпечення безумовної безпеки руху є також виконання умов по недопущенню розвитку аварійних процесів в тяговій електропередачі при ординарних відмовах в її вузлах і підсистемах з метою усунення можливих пошкоджень ходової частини. Вирішення цієї задачі є обов'язковим на даному етапі розвитку електровозобудування при традиційному підході до побудови тягової асинхронної електропередачі на базі дворівневих трифазних інверторів напруги. Категоричність цієї умови для електровозів з асинхронними тяговими двигунами і перетворювачами частоти на основі дворівневого інвертора напруги обумовлюється тим, що поява ординарної відмови в інверторі напруги на великих швидкостях приводить до великих гальмових ударних моментів на валу тягового асинхронного двигуна, а це може привести до катастрофічних наслідків [15,16].

Важливість вимоги по забезпеченню безумовної безпеки руху обумовлює також обов'язкове обладнання електровозів комплектами спеціальних систем [17]: автоматичної локомотивної сигналізації з авто-стопом та пристроєм перевірки пильності машиніста, двобічного радіозв'язку, звукової та світлової сигналізації, прожекторів, автоматичних та ручних гальм. Виконання електровозобудівниками вимоги що до забезпечення безумовної безпеки руху направлене на створення умов безаварійності поїздної роботи, що особливо важливо при перевезенні пасажирів є обов'язковим і обговоренню не підлягає.

ВИСНОВКИ.

Створення електровозобудівниками локомотивів, відповідаючих вище приведеним вимогам, дозволить не тільки зменшити витрати на їх виробництво і забезпечити споживчий попит, на електровози з боку залізниць, в рамках обмеженої потужності виробниц-

тва, але й реалізувати головний критерій сучасної оцінки всіх впроваджуємих на залізницях технічних засобів, а саме досягнення мінімальних експлуатаційних витрат при забезпеченні максимальної продуктивності і безумовної безпеки. Таким чином, оснащення електровозного парку „Укрзалізниці” універсальними електровозами нового покоління відповідаючих сучасному рівню розвитку науки і техніки, є дуже важливим кроком в напрямку підвищення конкурентоспроможності відчизняних залізниць щодо забезпечення вантажних і пасажирських перевезень на найближчі 20-30 років.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Хворост Н.В., Панасенко Н.В. Электрические железные дороги: этапы и перспективы развития //Электротехника і електромеханіка, №4, 2003.-с. 104-114.
- [2] Rappenglück W., Kobelt L. Die E120 im Betriebseinsatz // Eisenbahn-technische Rundschau, 1998, №7. – S. 427-434.
- [3] P.Ferrazini, S.De Lucq, G. Gomisel, G. Pizo Die elektrische Auszustung der Lokomotiv-baureihe E402 der Italienischen Staatsbahnen.// Elektrische Bahnen, 1991, №4.-s. 114-122
- [4] Европейские электровозы нового поколения // Железные дороги мира, 1997, №10. – с.9-40.
- [5] Buscher M. Eisenbahningenieur, 2001, t. 52, №7. – s.15-19.
- [6] Gomisel G. Rail International, 2002, №7/8. –p.36-43.
- [7] Новый электроподвижной состав магистральных и горных железных дорог. под ред. д.т.н.Щербакова В.Г.– Новочеркасск , 1996.–209 с.
- [8] Rotter R. Gegenwarts-und, Zukunftsprobleme elektrischer Streckenlokomotiven // Elektrische Bahnen, 1989, №12 – s. 367-370.
- [9] Головченко В.А. О некоторых особенностях схем и конструкций перспективных магистральных электровозов. // Известия вузов. Электромеханика, №3,200-с. 4-12
- [10] Wagner R.,Scholtis G. Neue Komponenten und Programme, für, Drehstromantiebe bei Bahnen //Verkehrswen, 1989, №2. – s.114-129.
- [11] Under Betriebserfahrungen, mit der zweiten Baustrien der electrischen lokomotive Baureihe E1 17.// Elektrische Bahnen, 1990, №9. –s. 345-349.
- [12] Захаров В.Н., Комаровский М.И., Лузинов П.М. Электровоз двойного питания ЭП 10: особенности конструкции и электрических схем. Тяговый двигатель НТА 120// Локомотив, 2000, №1. – с30-32.
- [13] Бочаров В.И., Кодинцев Н.Ф.,Кравченко А.И, и др. Магистральные электровозы: Общие характеристики. Механическая часть. М.; Машиностроение, 1991.–224 с
- [14] Бирюков И.В., Беляев А.И., Рыбников Е.К. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. М.: Транспорт, 1986. – С. 256.
- [15] Чумак В.В., Гончаров Ю.П., Панасенко Н.В., Режимы асинхронных электродвигателей частотно-регулируемых электроприводов при отказе инвертора напряжения: / Вестник НТУ «ХПИ» Проблемы автоматизированного электропривода Теория и практика. Харьков, 2002. – с. 73-78.
- [16] Хворост Н.В., Гончаров Ю.П., Панасенко Н.В., Панасенко Н.Н. Совершенствование электрической тяги постоянного тока железных дорог Украины для скоростного пассажирского движения // Залізничний транспорт України №6, 20003. – с.25-31.
- [17] Бочаров В.И., Кондратко И.И., Наймушник В.Г., Щербаков В.Г. Основы логики совершенствования ЭПС. – Ростов к/Д: Изд-во Рост. Ун-та, 1997– 640 с.

Надійшла 20.10.2004