УДК 629.4.014

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПАРКУ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ

Канд. техн. наук А. М. Зіньківський, А. А. Муха

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ПАРКА ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

Канд. техн. наук А. Н. Зиньковский, А. А. Муха

ANALYSIS OF DEVELOPMENT TECHNICAL EQUIPMENT POOL DIESEL TRAIN

Cand. of techn. sciences A. Zinkivskyi, A. Mucha

Авторами статті проведено аналіз розвитку залізничного рухомого складу, який спеціалізується на швидкісних пасажирських перевезеннях. Визначено основні вимоги, що висуваються до тягових одиниць рухомого складу, наведено ряд основних технічних параметрів, яким повинен відповідати швидкісний рухомий склад.

Проведено аналіз доступних і адаптованих для залізниць типів рухомого складу, що може задовольняти вимоги і виконувати перевізну роботу з високими швидкостями, запропоновано оптимальний варіант.

Ключові слова: *дизель-поїзд, високошвидкісний рухомий склад, пасажирські перевезення, удосконалення конструкції вагонів, технічне оснащення поїздів, вимоги до рухомого складу.*

Авторами статьи проведен анализ развития железнодорожного подвижного состава, специализирующегося на скоростных пассажирских перевозках. Определены основные требования, предъявляемые к тяговым единицам подвижного состава, приведен ряд основных технических параметров, которым должен соответствовать скоростной подвижной состав.

Проведен анализ доступных и адаптированных для железных дорог типов подвижного состава, что может удовлетворять требования и выполнять перевозочную работу с высокими скоростями, предложен оптимальный вариант.

Ключевые слова: *дизель-поезд, высокоскоростной подвижной состав, пассажирские перевозки, усовершенствование конструкции вагонов, техническое оснащение поездов, требования к подвижному составу.*

Authors of this article analyzed the historical development of the railway rolling stock, which specializes in carriage of passengers on high-speed railway lines. Identified the main requirements applicable to traction units of rolling stock, give a number of the main technical parameters, to which should correspond to a high-speed railway rolling stock. Establishes the basic differences between conventional and high-speed rolling stock. The analysis of the dynamics of movement of trains and set the conditions under which complied with the conditions of comfort for passengers and ride.

The analysis of available and adapted for Ukrainian railways types of rolling stock that can meet the requirements and perform transport operations with high speeds. Propose an optimal variant.

Keywords: *diesel train, high-speed rolling stock, passenger services development the design of wagons, technical equipment of trains for rolling stock requirements.*

Вступ. З розвитком залізничного транспорту поїзди були єдиною формою громадського транспорту дальнього та ближнього сполучення. Світові залізниці для боротьби з прогресуючим авіатранспортом використовували високошвидкісні паровози зі швидкістю понад 120 км/год.

Із загальних вимог до механічної частини стосовно високошвидкісного рухомого складу (ВШРС) домінуючими стали вимоги безпеки руху та комфорту без зниження техніко-економічної ефективності.

На перший план вийшли проблеми забезпечення динамічної стійкості візка, зменшення реакцій на збурення кінематичного характеру, а також здатність ВШРС довго зберігати свої динамічні характеристики в процесі експлуатації.

Щодо комфорту пасажирів, то разом з необхідністю забезпечити плавність ходу і низький рівень шуму в умовах збурень, що зросли, виникла проблема захисту пасажира від перепадів тиску повітря при входженні поїзда в тунель і проходженні зустрічних поїздів.

Для ВШРС особливе значення має ресурсозбереження, що диктує необхідність пошуку досконалих аеродинамічних форм кузова з метою зниження опору руху, зменшення трудомісткості ремонту. Це досягається шляхом використання ретельно відпрацьованих конструкцій вузлів і технології їх виготовлення [1-3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У публікації [1] проведено аналіз розвитку і становлення конструкції швидкісного залізничного рухомого складу в різних країнах світу і їх взаємодії з іншими видами транспорту для зручності користувачів. У роботах [2-10] проведено різного роду експериментальним дослідженням загальної конструкції рухомого складу, конструкції ходової частини, взаємодії рухомого складу з

коліями, виникаючих вібрацій і комфорту пасажирів. За результатами всіх досліджень були сформульовані пропозиції щодо удосконалення конструкції, покращення умов використання та умов розміщення пасажирів.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою та завданням дослідження є визначення залежностей робочих характеристик ВШРС від швидкості руху та обробка результатів випробувань елементів ВШРС і на основі їх зробити рекомендації щодо покращення конструкції дизельного пасажирського рухомого складу.

Основна частина дослідження. Розвинуті країни світу для досягнення оптимальних параметрів ВШРС, відпрацювання конструктивних рішень, що будуть задовольняти вимоги комфортності пасажирів і динамічних і аеродинамічних параметрів, постійно проводять різні види випробувань на новостворених прототипах рухомого складу. Розвиток нового рухомого складу направлений на підвищення швидкості руху до 250-350 км/год. Під час створення нового типу рухомого складу експертами оцінюється ступінь ризику різними математичними та емпіричними способами або за даними, отриманими при експлуатації аналогічних типів ВШРС у цілому та по окремих системах або вузлах.

При проектуванні ВШРС і його складових частин повинні використовуватися технічні рішення, що забезпечують:

– безпеку пасажирів і обслуговуючого персоналу при посадці і висадці, при стоянці і русі ВШРС;

– безпеку обслуговуючого персоналу при експлуатації, у тому числі під час навантаження та розвантаження, і ремонті ВШРС;

– розмір ВШРС;

– стійкість від сходу колеса з рейки;

– стійкість ВШРС від перекидання в криволінійних ділянках шляху;

– запобігання самовільного виходу з місця стоянки;

– зчеплення ВШРС у поїздах для передачі динамічних зусиль на режимах тяги і гальмування;

– неперевищення погонних навантажень, гранично допустимих сил з впливу на колію, розрахункових осьових навантажень;

– запобігання потрапляння складових частин ВШРС на залізничну колію;

– неперевищення допустимих сил тяги, гальмування і величин прискорення, зазначених у технічній документації;

– екологічну та гідрометеорологічну безпеку;

– електромагнітну сумісність електрообладнання в частині забезпечення безпеки роботи приладів і обладнання;

– електромагнітну сумісність електрообладнання з пристроями залізничної автоматики і телемеханіки, залізничного електрозв'язку залізничної лінії;

– виконання вимог пожежної безпеки відповідно до Федерального закону «Технічний регламент про вимоги пожежної безпеки»;

– відсутність пластичних деформацій при додаткових поздовжніх і вертикальних розрахункових динамічних навантажень;

– міцність від утоми при циклічних режимах навантаження;

– безпеку електрообладнання у всьому діапазоні експлуатаційних режимів (при номінальних і граничних режимах електропостачання);

– відсутність торкання складових частин ВШРС, не передбаченого конструкторською документацією;

– зчіплюваність ВШРС у криволінійних ділянках залізничної колії;

– підвищення енергетичної ефективності.

Основна відмінність ВШРС від звичайного полягає в його малій масі. Зниження маси пов'язано зі зменшенням силового впливу на залізничну колію, яка зростає зі збільшенням швидкості, і потрібні великі витрати на його

модернізацію або побудову нового. Для виконання цієї умови необхідні нові конструкції кузовів з максимальним полегшенням конструкції.

Метою виготовлення вагонів швидкісних поїздів цільнонесучої конструкції є зниження вартості виготовлення, скорочення енергетичних витрат, а також підвищення рівня комфорту і безпеки руху. Зазвичай пасажирський вагон має салон відкритого типу, два тамбури по кінцях вагона, туалет, міжвагонні переходи. Електрообладнання високої напруги і пневматичне обладнання встановлені під кузовом вагона.

При русі кузов вагона, який спирається на ресорне підвішування візків, зазнає бічних коливань. При дуже гнучкому ресорному підвішуванні кути бічних коливань можуть досягати великих значень, що призведе до виходу вагона за межі габариту рухомого складу. Бічний нахил у кривій компенсується відцентровою силою, що виникає при проходженні вагоном підвищення зовнішньої рейки.

Відцентрова сила, прикладена до центра кузова, становить 1/5 - 1/4 його маси, але ця величина може змінюватися залежно від висоти і бічного відхилення центра ваги за рахунок бічної гнучкості зв'язку кузова з кузовом і візком, а також за рахунок бічного нахилу на ресорах центрального підвішування.

Для забезпечення рівномірного статичного розподілу сил, переданих від коліс на рейки, для рухомого складу виконують статичне розважування. При цьому визначають таке взаємне розташування обладнання екіпажа, а також опор кузова на візки, при якому нерівномірність розподілу сил натискання ведучих осей не перевищує ± 3 %: коефіцієнт використання зчіпної маси. Статична сила 2П передається від колісної пари на рейку, змінюється при розвитку локомотивом сили тяги. Ця зміна викликана тим, що сила тяги поїзда $F_k = n \cdot F_{kn}$ (F_{kn} – дотична сила однієї осі, n – кількість рушійних осей) прикладена в зоні контакту колеса і рейки, а сила реакції поїзда діє на осі автозчеплення на висоті h_a від головки рейки. Внаслідок цього утворюється пара сил з моментом $M = n \cdot F_{kn} \cdot h_a$, який прагне повертати кузов навколо поперечної осі Y і викликає зміну сил натискання колісних пар на рейки на величину $\Delta П$:

$$n \cdot F_{kn} \cdot h_a = \Delta П \cdot 2a_k . \quad (1)$$

Отже, сила натискання на колію передньою по ходу руху колісною парою зменшується на величину $\Delta П$, а задньою зростає на таку саму величину. Через це умови зчеплення колісних пар виявляються різними, і реалізований коефіцієнт зчеплення ВШРС буде менше від розрахункового. Це означає, що зчіпна маса ВПС недовикористовується на величину $\Delta m = \Delta П / g$. Оцінку цього виконують за допомогою коефіцієнта використання зчіпної маси:

$$\eta_n = \frac{m - \Delta m}{m} = \frac{2П - \Delta П}{2П} = 1 - \frac{\Delta П}{2П} . \quad (2)$$

У режимі гальмування також відбувається перерозподіл сил натискання коліс на рейки, причому найбільш завантаженою виявляється задня колісна пара. Величина η_n визначається конструкцією механічної частини. Для її підвищення застосовують спеціальні заходи. У сучасних візкових поїздах середнє значення η_n досягає величини 0,86 ÷ 0,94.

Розвиток автономних вагонів дизель-поїздів, як і моторних електровагонів, являє собою поєднання в одній поїзній одиниці локомотива (паровоз, тепловоз або

акумуляторний електровоз) і вагона для перевезення пасажирів, рідше для перевезення вантажів. Більшість автовагонів мали запас палива, хімічна енергія якого перетворювалася в механічну роботу в паровій установці (котел або парова машина), як у паровоза, або у двигуні внутрішнього згоряння, як у тепловоза. Були й автономні вагони, обладнані акумуляторною батареєю, хімічна енергія якої перетворювалася спочатку в електричну, а потім у механічну. Автономні вагони з паровими установками спочатку називалися паровозовагонами, а потім вагонами-самоходами, автономні вагони з двигунами внутрішнього згоряння – автомотрисами, а автономні вагони з акумуляторними батареями – акумуляторними моторними вагонами або акумуляторними електровагонами. Поїзди, складені з декількох автомотрис із дизелями, а найчастіше й причіпних вагонів, що мали електричне встаткування, необхідне для керування всіма зчепленими автомотрисами з кабін машиніста, які розташовувалися, як правило, по кінцях складу, одержали назву дизель-поїздів.

На залізницях Росії після 1917 р. експлуатувалися паровозовагони, автомотриси, акумуляторні моторні вагони. У їхньому проектуванні й випуску брали участь і закордонні виробники, і російські машинобудівні заводи: Російсько-балтійський, Брянський, Сормовський, Митіщенський, Коломенський, Калузький та ін.

Виробництво вагонів дизель- і електропоїздів у Радянському Союзі було зосереджено тільки в Латвії. Крім того, дизель-поїзди Д1 поставлялися з Угорщини. Слід зазначити, що вагони дизель- і електропоїздів вироблялися різних габаритів. Вагони дизель-поїзда Д1 (Угорщина) мали габарит 1Т, дизель-поїздів постійного і змінного струму будувалися в габариті Т.

Широке застосування в СРСР дизель-поїздів почалося в 1945 р. Перші з них були виготовлені в Угорщині й довоєнній Німеччини й експлуатувалися на Ашгабатській, Ташкентській і Закавказькій залізницях, а з 1949 р. – на залізницях Прибалтики.

У 1949 р. на лінії Мінськ – Вільнюс – Рига почав курсувати двовагонний дизель-поїзд ДП-11, виготовлений заводом MAN (Німеччина). Вагони мали ширину 2868 мм, висоту від головки рейки 3880 мм. Кожний кузов опирався на два двовісні візки, на яких з боку кабін розташовувалися дизелі типу MAN L 12V, який при частоті обертання вала дизеля 1400 об/хв розвивав потужність 420 к.с.; витрата палива дорівнювала 180 г/(к. с. × год). На поїзді була застосована механічна передача системи Міліус із п’ятиступінчастою коробкою передач. Для охолодження води дизеля служили чотири секції холодильника, розташовані над кабіною машиніста, по дві над кожною кабіною. Вентилятори холодильника мали електричний привод. Вода циркулювала в системі охолодження завдяки відцентровому насосу, який приводився в рух від колінчатого вала дизеля. Температура води регулювалася термостатом. Дизель-поїзд був виготовлений для роботи на гірських ділянках. Крім пневматичних і ручного гальм, він був обладнаний електромагнітними, установленими на підтримуючих візках. Пісочниці працюють як у ручному, так і автоматичному режимі.

З 1940 р. у Німеччині було побудовано двовагонний дизель-поїзд ДП13. Він був розрахований на рух з максимальною швидкістю 160 км/год. Кузов кожного з вагонів дизель-поїзда, що мали довжину по буферах 22240 мм, опирався на два двовісних візки, з яких тільки перший (з боку кабіни машиніста) мав одну рушійну колісну пару (крайня з боку кабіни машиніста). Обидва вагони мали силові установки, розташовані під

вагонами. Гальмування поїзда здійснювалося пневматичними гальмами, причому колодки притискалися до спеціальних дисків, укріплених на осях колісних пар; був і ручний привод гальм. Діаметр нових коліс поїзда 900 мм. Буксові підшипники - дворядні роликові. Вагони з'єднувалися гвинтовим автозчепом. Під кузовами вагонів на прикріплені до них рами були встановлені дизелі типу "Боксер" DWK, які мали невелику висоту й легко розміщалися під кузовом, збільшуючи його корисний обсяг для пасажирів. При частоті обертання 1500 об/хв дизель розвивав потужність 275 к. с., витрата палива – 220 г/(к. с. × год). Крутний момент передавався на гідродинамічну передачу "Фойт", що складалася з двох гідротрансформаторів (у комбінації з зубчастими колесами), карданного вала і осьового редуктора дизель-поїзда. У поїзді було 70 м'яких місць для сидіння, поштові й багажні відділення й туалети.

У середині лютого 1946 р. на базу автомотрис прибули з Німеччини два тривагонні дизель-поїзди ДП14 і ДП15, побудовані фірмою Лінке-Гофман у Бреслау.

Дизель-поїзд ДП14 мав електричну передачу. Дизелі на моторних вагонах були чотиритактними, дванадцятициліндровими, при частоті обертання колінчатого вала 1400 об/хв дизель розвивав потужність 600 к. с. з витратою 185 г/(к. с.×год). Кожен дизель пускав у хід генератор постійного струму з чотирма головними полюсами, потужність генератора складала 400 кВт. Збудник головного генератора мав потужність 15 кВт. Головний генератор моторного вагона живив два тягові електродвигуни, установлених на другому візку цього вагона. Електродвигуни з самовентиляцією мали потужність 180 кВт і приводили в рух колісні пари через зубчасті редуктори. Підвішування двигунів було опорно-осьовим. Довжина кузова вагонів ДП 14 складала 23120 мм (моторні) і 21935 мм (причіпні), а загальна довжина поїзда по зчіпках 70205 мм. Поїзд було спроектовано для руху зі швидкістю 160 км/год.

Дизель-поїзд ДП15 був коротше й легше від дизель-поїзда ДП14. Він мав довжину 59650 мм і масу тари 121 т; загальна кількість місць для сидіння в ньому дорівнювала 139. На цьому дизель-поїзді була застосована гідравлічна передача де вал кожного дизеля був з'єднаний із ведучим валом гідропередачі. Ведений вал гідропередачі був зв'язаний через карданний вал і осьовий редуктор з колісними парами візка. Гідропередача складалася з підвищувального редуктора, двох гідротрансформаторів, відцентрового масляного насоса й реверсивного механізму.

У світовій практиці до залізничного транспорту завжди висувалися високі вимоги щодо швидкості й плавності ходу. Пошук прогресивних технічних рішень часто пов'язаний з розробленням і впровадженням нових матеріалів, а також освоєнням сучасних методів з'єднання елементів конструкції з цих матеріалів.

Перші пасажирські вагони були дерев'яними. У конструкції використали принцип карети. Більш високі швидкості й відповідно підвищені навантаження, застосовані з 1850 р., викликали необхідність у металевій нижній рамі, зібраній із застосуванням холодних способів у з'єднанні деталей. Проте дерево продовжували використовувати досить широко. В основному це стосувалося кузовів вагонів. Витиснення дерева сталлю знаменувало перший етап технічної революції. Відбулася заміна матеріалів, але не з'явилися нові технології з’єднання елементів конструкції. В основному застосовувалися холодні методи з’єднання – заклепувальні й болтові.

Хоча електрозварювання було винайдено ще в 1885 р., у вагонобудуванні його вперше застосували в 1920 р. при виготовленні вагонів-цистерн. Перехід від

заклепувальної технології виготовлення каркасів кузова до зварювального забезпечило значне зниження маси вагонів. Кузов, що складається зі зварного каркаса й обшивки з тонкого сталевого листа, являють собою класичну диференціальну конструкцію, що дотепер застосовується досить широко.

На початку 1930 р. за заклепувальною технологією вперше виготовили вагони з кузовами з алюмінієвих сплавів. Наприкінці 1960-х рр. почали випускати екструдовані алюмінієві профілі невеликого поперечного перерізу. Надалі, у 1980-1990 р., з'явилися великі екструдовані профілі, з яких за допомогою поздовжніх напрямних і вертикальних стояків формували кузови інтегральної конструкції для пасажирських вагонів. Нова технологія дозволила широко використати алюмінієві сплави. Це стало можливим завдяки зниженню витрат на виготовлення кузовів за рахунок інтеграції функцій і автоматизації процесів (використання програмувальних зварювальних роботів).

На рис. 1 показано етапи розвитку вагонобудування, впровадження нових матеріалів і технологій. На рисунку видно, що вже кілька років існує метод, що одержав назву гібридного. Він полягає у використанні різних технологій, наприклад обробка нових матеріалів (полімерів, у тому числі армованих скловолокном, пінопластів і ін.), з'єднання елементів конструкції (лазерне зварювання, клейова технологія), а також принципів конструювання (модульний, комбінований).

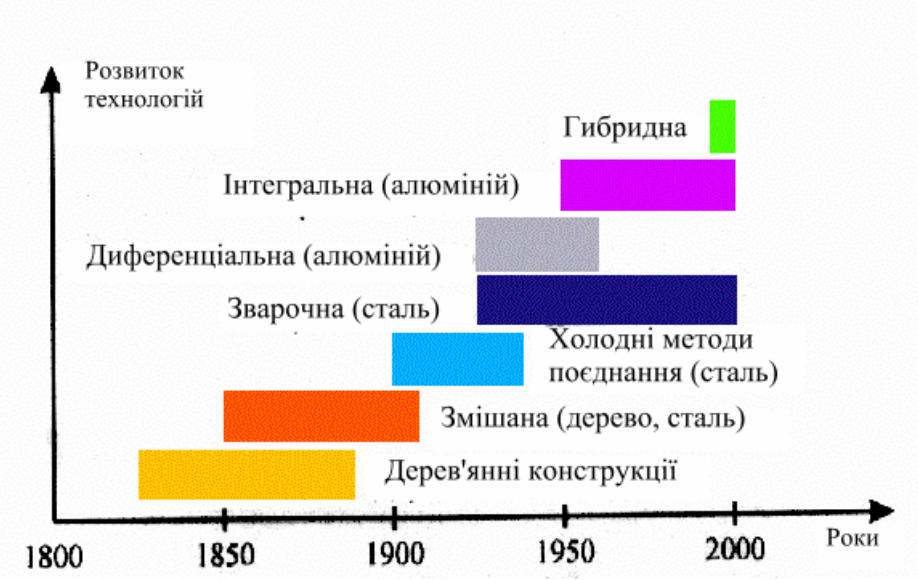

Рис. 1. Етапи розвитку технології вагонобудування

Протягом десятиріч сталь залишалася домінуючим матеріалом у виробництві залізничного рухомого складу. Яскравим прикладом традиційної зварної сталевої конструкції є кузови двоповерхових вагонів DWA (нині Bombardier) і вагонів дизель-поїзда VT628 компанії Siemens TS. Слід зазначити, що високий ступінь полегшення конструкції забезпечується використанням спеціально підібраних сортів сталі й застосуванням сучасних технологій, що включають такі, як точкове зварювання, спеціальні методи штампування стояків бічних стінок, лазерне зварювання листів зовнішньої обшивки й т. д. Незважаючи на це, з 1980 рр. при створенні пасажирського рухомого складу все більше

використовуються алюмінієві сплави й полімери, армовані скловолокном.

При цьому сталь залишається одним з найбільш зручних матеріалів для створення полегшених конструкцій. Вона має такі якості: відносно невисока вартість; необхідна міцність, гарна оброблюваність і зварюваність; ремонтопридатність; екологічність й утилізованість; високий потенціал створення полегшених конструкцій.

Сталь і надалі буде відігравати провідну роль у конструкції рухомого складу. Глобалізація й зростаюча мобільність населення ставлять перед залізничною промисловістю нові завдання з подолання існуючих розходжень у стандартах шляхом раціонального підходу до вирішення проблем і використання відповідних загальнодоступних матеріалів, до яких належить сталь.

Прикладом може служити перспективна нержавіюча сталь, що має надзвичайно високу міцність, що підвищується навіть при невеликих деформаціях у холодному стані. Сталь має гарну зварюваність, особливо при використанні лазерного зварювання. Високі показники границі текучості при розширенні звичайно вимагають великого зусилля деформації, а також обліку й компенсування віддачі.

При створенні дизель-поїзда для приміського сполучення в Україні враховувався пасажиропотік у різних регіонах, можливість оперативної зміни складеності, створення комфортних умов для пасажирів, підвищення пасажировмісності. Виходячи з цього була обрана довжина вагона і проектні обриси кузова Т.

На підставі проведених досліджень була обрана основна складеність дизель-поїзда з чотирьох вагонів, що може працювати за системою двох одиниць. Таким чином, передбачена можливість оперативної зміни складеності від двох до восьми вагонів, тобто 2, 4, 6, 8. Дизель-поїзд може використовуватися як на напружених пасажиропотоках, так і на малодіючих лініях.

При розробленні конструкторської документації в основу покладено такі принципи:

1. Конструкція дизель-поїзда повинна задовольняти вимоги ПТЕ залізниць.

2. Вагони мають бути розраховані на граничний стиск 1,5 Мн (150 т.с.) і максимальне навантаження від маси пасажирів.

3. Пасажиромісткість поїзда повинна відповідати реальним пасажиропотокам на ділянках експлуатації.

4. Габарит поперечної будови має відповідати Т за ДСТУ 9238.

5. Будова вагонів повинна допускати посадку і висадку пасажирів на високих (1100 мм) і низьких (200 мм) платформах (відносно головки рейки).

6. Будова тамбурів і накопичувальних площадок повинні забезпечувати прискорену і зручну посадку і висадку пасажирів.

7. Довжина вагонів за умовами постановки в стійла депо не повинна перевищувати по кузову 25 м.

8. Будова ходових частин вагонів повинна забезпечувати вписування в деповські криві мінімального радіуса.

9. У конструкції вагонів дизель-поїздів повинні повною мірою враховуватися безпека перевезення пасажирів, протипожежний захист і вимоги екології.

10. Рівень шуму в кабіні машиніста і місцях пасажирів має задовольняти вимоги ОСТ 24.050.18-82.

11. При проектуванні повинні бути враховані «Санітарні норми вібрацій у кабіні машиніста тягового рухомого складу» № 4249-87 від 20.01.1987 р., норми вібрацій на сидіннях у пасажирських салонах за ОСТ 24.050.28-81.

12. Дизель-поїзд повинен відповідати вимогам охорони навколишнього середовища:

• не допускати втрат дизельного палива, мастильних матеріалів і мастил;

• параметри димності відпрацьованих газів дизелів мають відповідні ДСТ 24585-81;

• рівень зовнішнього шуму, обмірюваного на відстані 25 м від осі шляху зі швидкістю 60 км/год, не повинен перевищувати 84 дБ.

13. Ергономіка робочих місць і устаткування кабіни машиніста повинна задовольняти вимогам ДСТ 12.2.056-81.

Розроблення технічного завдання на створення дизель-поїзда велось з урахуванням вимог ПАТ «Укрзалізниця», положень стандартів і нормованих документів щодо залізничного рухомого складу.

З метою більш швидкого вирішення проблеми забезпечення пасажирських перевезень у приміському сполученні на неелектрофікованих ділянках було прийнято рішення про розроблення дизель-поїзда з локомотивною тягою (тепловози 2М62 і 2ТЕ116). Дизель-поїзд із тепловозом 2М62 умовно одержав позначення ДТМ, а з тепловозом 2ТЕ116 – ДТЛ2. Виготовлено два дизель-поїзди з тепловозом 2М62, у складі яких по 8 вагонів і по кінцях – по секції тепловоза, і п'ять дизель-поїздів з тепловозом 2ТЕ116, у яких по 4 вагони і по секції тепловоза.

У ситуації, яка склалася на сьогодні щодо пасажирського рухомого складу з автономною тягою, існує досить широкий спектр варіантів рішення. Розглядаються варіанти придбання нових дизель-поїздів закордонного та вітчизняного виробництва. Серед закордонних виробників розглядалися заводи таких країн, як Польща, Росія та Хорватія, серед вітчизняних виробників виділено лише два заводи, потужності та науково-виробничий потенціал яких може випускати необхідну продукцію.

Продукція польської фірми «ПЕСА» на залізницях України вже себе зарекомендувала автомотрисою типу 610М та рейковими автобусами типу 620М (рис. 2, а), як досить комфортний, надійний і сучасний рухомий склад, передбачається придбання двовагонних рейкових автобусів (дизель-поїздів) типу 630М. Продукція російського заводу «Метровагонмаш» представлена двома типами рухомого складу: тривагонним РА-2 (рис. 2, б) і шестивагонним ДПМ. Серед рухомого складу виробництва Хорватії було вибрано дизель-поїзд TŽV Gredelj, який за параметрами відповідає сучасним вимогам і близький за характеристиками для порівняння. Українською продукцією є дизель-поїзди серії ДЕЛ-02 (рис. 2, в) виробництва ПАО «Луганськтепловоз» та ДПКр-2 (рис. 2, г), виробництва Крюківського вагонобудівного заводу.

Технічні характеристики дизель-поїздів, які порівнюються між собою, для вибору найоптимальнішого варіанта подано в таблиці.

Таблиця

Порівняння характеристик дизель-поїздів виробництва різних країн

Параметр	Тип дизель-поїзда			
1	2	3	4	5
Серія рухомого складу	ДПКр-2	ДЕЛ-02	630М	РА-2
Країна-виробник	Україна		Польща	Росія
Кількість вагонів у поїзді	3	3	2	3
Габарит вагонів за ДСТУ 9238	Т	Т	1-Т	Т

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
Потужність силової установки (по дизелю), кВт	2×390	2×550	2×382	2×350
Тип передачі потужності	Гідродина-мічна, Voith	Електрична, змінного струму	Гідродина-мічна, Voith	Гідродина-мічна, Voith
Кількість приводних візків	2 (по одному на кожен вагон)	2 (по одному на головному вагоні)	2 (по одному на кожен вагон)	2 (по одному на кожен вагон)
Максимальна населеність поїзда, люд.	667 (у тому числі 2 в інвалідних візках)	672	372	600
Максимальна експлуатаційна швидкість, км/год	140	120	120	100
Кількість вхідних дверей у поїзді	14	14	8	8
Система забезпечення мікроклімату	Автоматична	Тільки в кабінах машиніста	Автоматична	Тільки в кабінах машиніста
Наявність краш-системи	Є	Відсутня	Відсутня	Відсутня
Матеріал кузова	Нержавіюча сталь	Конструкційна вуглеводна сталь	Нержавіюча сталь	Нержавіюча сталь
База вагонів, мм	17000	17000	19250	15000
Довжина кузова по осях автозчепу, мм: головний вагон проміжний вагон	24448 -	25250 25250	27350 -	23223 -
Ширина кузова, мм	3500	3500	3000	3500
Загальна довжина поїзда, мм	48900	75750	51600	69670

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. З проведеного аналізу розвитку та застосування дизель-поїздів у світі стає зрозумілою необхідність такого рухомого складу з точки зору попиту на нього з боку пасажирів на різних напрямках пересування. Для залізниць України стало очевидним, що досить велика кількість існуючого рухомого складу Укрзалізниця залишилася після розпаду СРСР, однак даний моторвагонний рухомий склад на

сьогодні повністю відпрацював свій ресурс і потребує негайної заміни. Роботи зі створення дизель-поїздів спочатку виконувались тільки на одному машинобудівному підприємстві. Спроби створити новий для вітчизняних підприємств тип рухомого складу мали кілька невдалих результатів, однак після цього було створено сучасний ДЕЛ-02. Даний тип дизель-поїзда у своїй конструкції має електричну передачу, що підвищує його ціну та частково знижує надійність через застосування великої кількості електроніки в системі привода. Для заміни даного типу дизель-поїзда та інших, які вже мають бути списаними відповідно до вимог щодо технічного стану і бути заміненими, необхідно провести аналіз нових типів дизель-поїздів закордонного та вітчизняного виробництва, які відповідають сучасним вимогам щодо зовнішнього вигляду і технічних характеристик і можуть забезпечувати пасажирські перевезення на високошвидкісних ділянках колії зі швидкістю руху до 160 км/год.

Рис. 2. Види сучасних серій дизель-поїздів:
а – одновагонний дизель-поїзд (рейковий автобус) («Песа», Польща); б – тривагонний дизель-поїзд («Метровагонмаш», Росія); в – тривагонний дизель-поїзд («Луганськтепловоз», Україна); г – тривагонний дизель-поїзд («Крюківський вагонобудівний завод», Україна)

Список використаних джерел

1. Костромина, И. Японские поезда – симбиоз высоких технологий и комфорта [Текст] / И. Костромина // Вагонный парк. – 2011. – № 1. – С. 46–48.

2. Ride comfort of a high-speed train through the structural upgrade of a bogie suspension [Text] / C.-M. Lee, V. N. Goverdovskiy, C.-S. Sim, J.-H. Lee // Journal of Sound and Vibration. – 20 January 2016. – Vol. 361. – P. 99-107.

3. Skirts and barriers for reduction of wayside noise from railway vehicles—an experimental investigation with application to the BR185 locomotive [Text] / A. Frid // Journal of Sound and Vibration. – 23 October 2003. – Vol. 267, Is. 3. – P. 709-719.

4. Dynamic response of underpasses for high-speed train lines [Text] / J. Vega, A. Fraile, E. Alarcon, L. Hermanns // Journal of Sound and Vibration. – 5 November 2012. – Vol. 331, Is. 23. – P. 5125-5140.

5. A multi-stage high-speed railroad vibration isolation system with “negative” stiffness [Text] / C.-M. Lee, V. N. Goverdovskiy // Journal of Sound and Vibration. – 13 February 2012. – Vol. 331, Is. 4. – P. 914-921.

6. Ground-borne vibration due to static and dynamic axle loads of InterCity and high-speed trains [Text] / G. Lombaert, G. Degrande // Journal of Sound and Vibration. – 23 January 2009. – Vol. 319, Is. 3–5. – P. 1036-1066.

7. Experimental and numerical analysis of a composite bridge for high-speed trains [Text] / K. Liu, E. Reynders, G. De Roeck, G. Lombaert // Journal of Sound and Vibration. - 6 February 2009. – Vol. 320, Is. 1–2. – P. 201-220.

8. Experimental analysis of a high-speed railway bridge under Thalys trains [Text] / H Xia, G De Roeck, N Zhang, J Maeck // Journal of Sound and Vibration. – 13 November 2003. – Vol. 268, Is. 1. – P. 103-113.

9. Measurements of noise from high speed electric trains in the united states Northeast Railroad Corridor [Text] / C. E. Hanson // Journal of Sound and Vibration. – 8 October 1979. – Vol. 66, Is. 3. – P. 469-471.

10. Indirect measurement of main bearing loads in an operating diesel engine [Text] / Q. Leclère, C. Pezerat, B. Laulagnet, L. Polac // Journal of Sound and Vibration. – 23 August 2005. – Vol. 286, Is. 1–2. – P. 341-361.

Зіньківський Артем Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-99.
E-mail: kumasiktem@gmail.com.
Муха Андрій Анатолійович, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту.
Тел.: (057) 730-19-99.

Zinkivskyi Artem, Cand. of techn. Sciences, associate professor in "Maintenance and repair of rolling stock."
Tel.: 057-730-1999. E-mail: kumasiktem@gmail.com.
Mucha Andrey master of Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-19-99.

Стаття прийнята 10.10.2016 р.