
СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗРОБКИ ТЯГОВИХ ПЕРЕДАЧ ДИЗЕЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Вступ

Залізничний транспорт є однією з базових галузей сучасної економіки України. Стабільне та ефективне функціонування залізничного транспорту необхідне для забезпечення обороноздатності, національної безпеки і цілісності держави, підвищення якості життя населення [1, 2]. На даний час залізниці частково задовольняють потреби виробництва та населення в перевезеннях. Стан виробничо-технічної бази залізниць і технологічний рівень перевезень за багатьма параметрами не відповідає зростаючим потребам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг. Це є перешкодою для подальшого соціально-економічного розвитку держави [1, 2]. Виникнення проблем у діяльності та розвитку залізничного транспорту зумовлене рядом негативних факторів, зокрема прогресуючим старінням основних фондів. Загальний ступінь зносу основних фондів залізничного транспорту становить 56 %, у тому числі рухомого складу – 68 %. Потребує істотної модернізації інфраструктура залізниць [1]. Стратегічною метою державної політики України в розвитку залізничного транспорту є створення конкурентоспроможного рухомого складу, а також сучасних вітчизняних потужностей для його виробництва та ремонту, тобто зменшення залежності України від імпортних поставок залізничного транспорту та запасних частин до нього [2].

Мета роботи – аналітичне дослідження використання різних типів тягових передач дизельного рухомого складу на залізницях світу.

Результати дослідження

Загальна експлуатаційна довжина неелектрифікованих колій на залізницях України становить 12234 км, що в процентному відношенні до всієї довжини головних колій складає 55,9 %. У той же час відсоткова частка дизельної тяги в експлуатаційній роботі становить 20 %. У зв'язку із підвищенням цін на паливо важливим є проведення модернізації та оновлення парку дизель-поїздів [1, 3]. Пріоритетним напрямком модернізації є розробка та втілення у виробництво сучасного вітчизняного дизель-поїзда з оптимальними енергозатратами [1, 3].

Дизель-поїзд є різновидом моторвагонного рухомого складу, що отримує енергію від дизеля. Він використовується в приміських перевезеннях на неелектрифікованих та частково електрифікованих залізничних лініях [4]. Дизель-поїзд розробляють в розрахунок на широке різноманіття умов експлуатації в різних країнах і регіонах. На цей час переважає думка, що вони більш привабливі для пасажирів з точки зору швидкості та комфорту, більш економічні та простіші у використанні, ніж поїзда на локомотивній тязі [5]. У цьому аспекті основними перевагами дизель-поїздів є:

- незначний вплив на залізничний шлях за рахунок зменшених осьових навантажень;
- можливість модульного виконання кузовів в цілому і розміщення в них всього обладнання, у тому числі оснащення інтер'єрів;

- менші витрати життєвого циклу;
- висока енергетична ефективність;
- можливість руху в обох напрямках (човникового);
- великі значення прискорення;
- висока надійність та експлуатаційна готовність;
- можливість збільшення пасажиромісткості за рахунок розміщення основних вузлів і агрегатів, у тому числі елементів тягової передачі, під кузовами вагонів [5].

Дизель-поїзда класифікують за видами тягової передачі (електрична, гідравлічна або механічна), а також відпоно до конструкційної швидкості [5]. На дизель-поїздах розповсюджених серій використовується, як правило, гідравлічна або електрична тягова передача [6]. Передача потужності від дизеля до колісної пари повинна мати високу надійність і довговічність, мінімальні розміри, масу й вартість, високий коефіцієнт корисної дії (ККД) в усіх режимах роботи, мінімальні витрати на обслуговування й ремонт. Для сучасних електричних передач характерне збільшення потужності при збереженні майже тих же габаритних розмірів і зменшенні питомих мас елементів передачі. На дизель-поїздах застосовують електричні передачі потужності на постійному, змінно-постійному і змінному струмах [7]. Переважне поширення у світовій практиці має електропередача на постійному струмі. Це пов'язано з тим, що ККД електричної передачі постійного струму при тривалому режимі роботи на швидкості до 160 км/год складає 84–86 %. Але при швидкості роботи дизель-поїзда понад 160 км/год передача постійного струму поступається передачі змінного струму за ККД та енергетичними показниками. Передача змінно-постійного струму використовується на вантажних дизель-поїздах великої потужності.

В умовах модернізації рухомого складу залізниць світу та збільшення швидкостей руху дизель-поїздів понад 160 км/год все частіше використовується тягова електропередача змінного струму [5]. До того ж дизель-поїзда з тяговою передачею змінного струму за тої ж маси що й з іншими видами передач розвивають більшу силу тяги, що дозволяє використовувати менше число моторизованих осей вагонів за тієї ж маси рухомого складу [8]. На цей час у світі випускаються шість типів дизель-поїздів, розрахованих на експлуатацію з максимальною швидкістю 200 км/год. Поїзда для руху з більш високою швидкістю не проектується, оскільки область високошвидкісного руху практично повністю електрифікована [5, 8].

У світі швидкісні дизель-поїзда широко використовуються в міжміських і регіональних сполученнях, особливо на залізницях Німеччини (DBAG), Великобританії, Данії (DSB) та Іспанії (RENFE) [8]. Поширеними на таких дизель-поїздах є дизельні двигуни типу QSK9R компанії Cummins. У ряді випадків конструкційна швидкість 200 км/год реалізується не повністю - так дизель-поїзда серії IC3 на залізницях Данії і Швеції (SJ) експлуатуються з максимальною швидкістю 180 км/год (тягова електропередача змінного струму). В той же час поїзда сімейства Venturio компанії Siemens, конструкція яких відрізняється особливо високим ступенем модульності, розраховані на експлуатацію з максимальною швидкістю 160 км/год при гідравлічній і 250 км/год при електричній тяговій передачі [5, 8] (тягова електропередача змінного струму).

Залізниці Німеччини послідовно реалізують програму переходу приміських перевезень з локомотивної тяги на моторвагонний рухомий склад [9]. Паралельно з цим здійснюється підвищення рівня комфорту за рахунок покращення дизайну вагонів та їх ходових властивостей.

У Німеччині експлуатуються дизель-поїзда Alstom LHB (VT640, VT641) (тягова електропередача змінного струму), Siemens (VT642) (тягова електропередача змінного струму), Bombardier Talbot (VT643, VT644) (тягова електропередача змінного струму), Stadler/ Bombardier DWA (VT646) (тягова електропередача змінного струму), Adtranz (VT650, VT611, VT612, RS1) (гідравлічна тягова передача) та деякі інші моделі [5, 9].

В світі використовується 18 типів дизель-поїздів, розрахованих на експлуатацію з максимальною швидкістю від 120 до 160 км/год. Серед дизель-поїздів у цій швидкісній категорії можна відзначити Saemaul/DHC 200 (конструкційна швидкість 150 км/год, Республіка Корея; гідравлічна тягова передача), Aln 776 (145 км/год, Італія; гідравлічна тягова передача), Endeavour (145 км/год, Австралія; тягова електропередача постійного струму), VM/BS 92 (140 км/год, Норвегія; тягова електропередача постійного струму), mddm (140 км/год, Німеччина; гідравлічна тягова передача), MT 5600 (140 км/год, Туреччина; гідравлічна тягова передача) і MR/MRD (130 км/год, Данія; гідравлічна тягова передача) [5, 8].

На залізницях Великої Британії експлуатуються дизель-поїзда IC125, двовагонні поїзда серії 158 та тривагонні поїзда серій 160, 165, 166, 170 (тягова електропередача постійного струму). Компанія-оператор Chiltern в кінці 90-х років замовила компанії Adtranz нові чотиривагонні дизель-поїзда серії 168 з гідравлічною передачею. Ці дизель-поїзда показали високу надійність, річний пробіг кожного з них складає не менше 250 тис. км. Британські компанії-оператори пасажирських перевезень Virgin North і Western Train закупили також 34 дизель-поїзди серії 220 та 44 поїзда серії 221, що випускаються на заводі компанії Bombardier в Брюгге (Бельгія). Ці дизель-поїзда мають електричну передачу змінного струму. Даний моторвагонний рухомий склад потрібний для заміни швидкісних дизель-поїздів серії IC125, що вивільнюються після електрифікації магістралей Західного узбережжя, а також для заміни приміських поїздів на локомотивній тязі, що дозволить зменшити витрати на експлуатацію, обслуговування, ремонт і підвищити швидкість руху [5, 8, 9].

На залізницях Франції (SNCF) експлуатуються дизель-поїзда XTER, A-TER, TER 72500 (тягова електропередача постійного струму). Поїзда серії TER 72500 призначені для забезпечення в регіональних сполученнях того ж рівня комфорту для пасажирів, що і в поїздах TGV високошвидкісних сполучень. Ці дизель-поїзда бувають двох варіантів: двовагонні та тривагонні.

У рамках програми покращення регіональних сполучень залізниці Іспанії обрали для нових дизель-поїздів TRD концепцію поїздів серії IC3 залізниць Данії, які були побудовані компанією Duewag в 1986–1987 р.р. Але компанія-виробник SAP використала в дизель-поїздах візки нової конструкції, пристосовані до широкої колії (1668 мм), замінила повітряне охолодження дизеля водяним і встановила в тяговому приводі гідравлічну, а не гідромеханічну передачу. Двовагонні дизель-поїзда з кузовами виготовлені із алюмінієвого сплаву, обладнані установками кондиціонування повітря. У поїзді чотири силових установки з приводом на одну з двох колісних пар кожного візка. Загальний обсяг замовлення – 16 одиниць. Річний пробіг кожного дизель-поїзда складає 120 тис. км [5, 8, 9].

На залізницях Росії та Білорусії експлуатуються наступні серії рухомого складу для приміського сполучення: Д1 (гідромеханічна тягова передача), ДР1 (гідравлічна тягова передача), Д-3, МДП1, МДП2, МДП3, МДП4 (гідромеханічна тягова передача), ДПМ1, ДТ116 (гідромеханічна тягова передача), ДПСААЗ, ДДБ, ДРБ (тягова електропередача постійного струму) [4, 5, 7]. Серед них переважають поїзда з локомотивною тягою.

Сучасні російські дизель-поїзда виробництва ВАТ «Метровагонмаш» РА-1, РА-2, РА-В мають гідромеханічну тягову передачу. Модернізований дизель-поїзд ДДБ1 (ДПСААЗ), що виробляється ВАТ «Деміховський машинобудівний завод» на основі двох секцій тепловозу 2М62, має тягову електропередачу постійного струму. ВАТ «Торжокський вагонобудівний завод» виробляє дизель-поїзда ДТ-1 (тягова електропередача постійного струму).

Велику кількість дизель-поїздів для Росії, Білорусії, Грузії, Естонії, Латвії та Литви поставляє АТ «Ризький машинобудівний завод», який виробляє дизель-поїзд DR з гідравлічною тяговою передачею «Voith» – це подальший розвиток серії дизель-поїздів ДР1, ДР1П, ДР1А, ДР1Б.

В Україні експлуатуються моделі дизель-поїздів, що залишилися з часів СРСР (Д1, ДР1, Д-3 та ін.), а також вітчизняні розробки виробництва ВАТ ХК «Луганськтепловоз».

У період з 1997 по 2003 роки ВАТ ХК «Луганськтепловоз» були створені нові види рухомого складу для залізниць:

- дизель-поїзд локомотивної тяги ДПЛ1 з модернізованою секцією тепловоза 2М62У і причіпним головним вагоном з кабіною керування. Дослідний зразок побудований у 2001 році, прийнятий міжвідомчою комісією і запущений у виробництво;

- дизель-поїзд локомотивної тяги ДПЛ2 з модернізованою секцією тепловоза 2ТЕ116 і причіпним головним вагоном з кабіною керування. Дослідний зразок побудований у 2001 році, прийнятий міжвідомчою комісією і запущений у виробництво;

- дизель-поїзд ДЕЛ-01 з електропередачею змінного струму. Дослідний зразок виготовлений у 1998 році. Після здійснення комплексу приймальних іспитів і доводочних робіт його було знято з виробництва;

- дизель-поїзд ДЕЛ-02 з електропередачею змінного струму. Дослідний зразок побудований у 2003 році, прийнятий міжвідомчою комісією і запущений у виробництво.

На сучасних дизель-поїздах для покращення комфорту пасажирів необхідно встановлювати більш потужні дизелі з розрахунку 40–50 кВт додатково на один вагон до необхідної потужності на тягу (для використання кондиціонера, додаткового внутрішнього обладнання). На нових дизель-поїздах передбачається використовувати компоновану схему з'єднання поїзда. Це дозволить поставити на шість візків п'ять вагонів зі скороченими кузовами замість чотирьох вагонів на восьми візках. При цьому довжина поїзда залишиться тією ж, що дасть змогу використовувати існуючі платформи, станційні шляхи та депо. Цей принцип з'єднання дає наступні переваги порівняно із звичайним з'єднанням:

- збільшення ширини міжвагонних переходів;
- за рахунок зменшення кількості тамбурів збільшено кількості посадочних місць в середньому на 13 %;
- зменшення часу посадки-висадки за рахунок більш широких дверей;
- краще зчеплення поїзда з рейками (збільшення осьового навантаження в нормативних межах, оскільки маса поїзда залишиться тією ж, а кількість візків зменшиться);
- висока динамічна реакція на нерівність шляху за рахунок зосередження маси двох вагонів на одному візку;
- збільшення простору для підвагонного обладнання [6, 9].

Проте, до недоліків таких дизель-поїздів можна віднести:

- наявність більшої кількості установок кондиціонування повітря;
- складні міжвагонні зчіпні пристрої;
- необхідність переобладнання депо під ремонт даного рухомого складу.

Неекономічність використання локомотивної тяги в приміському русі та перспектива списання в найближче десятиліття значної кількості дизель-поїздів, які сьогодні експлуатуються на українській залізниці, все гостріше ставить питання створення нового рухомого складу для приміських перевезень [4, 5, 8]. У середньому потреба в залізничних приміських перевезеннях задовольняється в Україні на 70–75 %, а в літній період, вихідні та святкові дні на 50–60 %. За останні роки технічний стан тягового рухомого складу набув критичного стану через дефіцит запасних частин та

фактичну відсутність оновлення. Це повною мірою належить до стану дизель-поїздів, біля 50% вагонів яких відпрацювали свій ресурс і потребують виключення з інвентарного парку, як такі, що не забезпечують вимоги безпеки руху та потрібний рівень комфорту.

Згідно з [2] передбачено, що використання вітчизняного науково-технічного потенціалу України для виробництва сучасних конкурентоспроможних магістральних вантажних та пасажирських дизель-поїздів та технічна модернізація залізничного транспорту, як результат реформування, створить умови для виконання Державної програми реформування залізничного транспорту.

В експлуатації на Одеській залізниці знаходяться дизель-поїзда серії ДЕЛ-02 виробництва ВАТ ХК «Луганськтепловоз». Їх створення на сучасній вітчизняній елементній базі та впровадження у використання Державною адміністрацією залізничного транспорту України «Укрзалізниця» повністю відповідає державним планам та програмам реформування і розвитку залізничної галузі.

Українськими вченими досліджуються питання проведення модернізації дизель-поїздів ДЕЛ-02 [1, 10, 11, 12], зокрема загальнотеоретичні питання побудови інформаційних систем керування на основі нейронних мереж та штучного інтелекту, оптимізації руху та режимів роботи поїзда, побудови математичних моделей складових системи керування тяговою електропередачею. Дані дослідження сприяють значному покращенню якостей руху дизель-поїздів ДЕЛ-02, допомагають вирішити значну кількість технічних задач, що існували на початкових стадіях впровадження у виробництво дослідних екземплярів даних дизель-поїздів.

Проаналізувавши досвід використання дизель-поїздів ДЕЛ-02 та роботи з попередньої модернізації [1, 10, 11, 12], зроблено висновок про високу надійність даної вітчизняної розробки та перспективність використання дизель-поїздів ДЕЛ-02.

Висновки

Дослідження роботи дизель-поїздів ДЕЛ-02, створення наукової бази для їх подальшого довершення, серійне виробництво даної моделі дозволить прискорити повний перехід «Укрзалізниці» на тягові системи вітчизняного виробництва, та, в перспективі, створити умови для експорту даної тягової одиниці або її складових тягових модулів та агрегатів (що є реальним з огляду на конкурентоспроможну ціну, потреби багатьох держав у дизель-поїздах та високу технічну ефективність дизель-поїздів ДЕЛ-02).

Список літератури

1. Моделирование и оптимизация систем управления и контроля локомотивов. Научное издание / [Носков В. И., Дмитренко В. Д., Заполовский Н. И., Леонов С. Ю.]. – Х. : ХФИ «Транспорт Украины», 2003. – 248 с.
2. Про затвердження Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010–2015 р.р. [Електронний ресурс] / Постанова КМУ від 16 грудня 2009 р. № 1390. Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1390-2009-%EF>. – Назва з екрану.
3. Шпика Н. И. К вопросу модернизации тяговых электроприводов городского электротранспорта / Н. И. Шпика, А. В. Донец // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – 2006. – № 76. – С. 354–359.
4. Раков В. А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза. 1976–1985 / Раков В. А. – М. : Транспорт, 1990. – 238 с.
5. Шафи Надери Али Асгар. Современные дизель-поезда / Али Асгар Шафи Надери // Железные дороги мира. – 2003. – № 12. – С. 22–33.
6. Дизель-поезда с механической передачей // Железные дороги мира. – 2006. – № 10. – С. 25–27.
7. Тищенко А. И. Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам / Под ред. А. И. Тищенко. – Т. 1. – М. : Транспорт, 1976. – 432 с.
8. Локомотив для Европы без границ // Железные дороги мира. – 2008. – № 4. – С. 35–41.
9. Басов Г. Г. Використання дизельного рухомого складу в приміському русі / Г. Г. Басов, А. П. Фалендиш // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – 2003. – № 47. – С. 201–206.
10. Кулагін Д. О. Розробка моделі модернізованого частотно-керованого тягового електроприводу зі змінним алгоритмом керування дизель-потяга ДЕЛ-02 / Д. О. Кулагін, О. С. Качур, П. Д. Андрієнко // Електротехніка та електроенергетика. – 2010. – № 1. – С. 30–34.
11. Кулагін Д. О. Синтез цифрового модального регулятора активної складової струму тягового електропривода дизель-поїзда ДЕЛ-02 методом поліноміальних рівнянь / Кулагін Д. О. // Вісник КДУ ім. М. Остроградського. – 2010. – № 5 (64). – С. 34–36.
12. Басов Г. Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України : монографія. Ч. 1 / Басов Г. Г. – Х. : Апекс+, 2004. – 240 с.

Одержано 07.03.2013

© Канд. техн. наук Д. О. Кулагін

Національний технічний університет, м. Запоріжжя

Kulagin D. Status and trends of the development of traction gear diesel railway rolling stock