

УДК 629.423.1

ГІБРИДНА ПЕРЕДАЧА ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА

Асп. О.Д. Жалкін

ГИБРИДНАЯ ПЕРЕДАЧА ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА

Асп. А.Д. Жалкин

HYBRID TRANSMISSION FOR DIESEL TRAIN

Postgraduate O. Zhalkin

У статті проведено аналіз схем гібридних установок тепловозів. Обрано гібридну пневматичну передачу, запропоновано обладнати нею дизель-поїзди, що більшу частину часу працюють на неекономічних і неекологічних режимах.

Ключові слова: *гібридна силова установка, гібридна передача, дизель-поїзд, вільнопоршневий двигун, стиснуте повітря, пневмосистема.*

В статье проведен анализ схем гибридных установок тепловозов. Выбрана гибридная пневматическая передача, предложено оборудовать ею дизель-поезда, которые большую часть времени работают на неэкономических и неэкологических режимах.

Ключевые слова: *гибридная силовая установка, гибридная передача, дизель-поезд, свободнопоршневой двигатель, сжатый воздух, пневмосистема.*

The article analyzes schemes of hybrid power plants of using locomotives. Selected hybrid pneumatic transmission been proposed for equip diesel trains, that most of the time working on non-economic and non-environmental conditions.

Keywords: *hybrid power plant, hybrid transmission, diesel train, a free-piston engine, compressed air, pneumatic system.*

Вступ. Нині на залізницях України для перевезення пасажирів у приміському русі використовуються дизель-поїзди серії Д, Д1 (Угорщина), ДР-1А, ДР-1П (Латвія), поїзди з локомотивною тягою ДПЛ1 (з тепловозом М62, Україна), ДПЛ2 (з тепловозом 2ТЕ116, Україна). Понад 86 % їхнього парку потребує списання або модернізації.

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) як силовий агрегат дизель-поїзда на ряді експлуатаційних режимів (розгін, малі навантаження, холостий хід та ін.) працює вкрай неекономічно і з підвищеним вмістом шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Аналіз схем гібридних силових установок (ГСУ) показав, що основна мета їх використання визначається можливістю застосовувати ДВЗ меншої потужності, підвищенням коефіцієнта використання потужності та реалізацією найбільш економічних режимів його роботи, зниженням кількості токсичних речовин, що викидаються в атмосферу на 50-85 %;

Гібридні силові установки з накопичувачами електричної енергії неможливо застосовувати на тепловозах та дизель-поїздах з гідравлічною або гідромеханічною передачею потужності.

Наукова сторона проблеми полягає у вирішенні таких завдань:

- визначення потужності та інших параметрів основних елементів гібридної силовой установки;
- вибір елементної бази та розроблення силових схем;
- розроблення методик розрахунку характеристик і систем управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У розвинених країнах відомі американо-канадський проект «Green Goat», проекти таких компаній, як «Alstom», «GE», «Hitachi». У Російській Федерації побудовані маневровий локомотив з гібридною силовою установкою ЛГМ1 [1], маневровий тепловоз з комбінованою гібридною силовою установкою ТЕМ35 [2], маневрово-вивізний тепловоз з

гібридним тяговим приводом ТЕМ-9Н «SinaraHybrid» [3].

В Україні розроблені [4,5,8] проекти маневрового тепловоза ТЕМ106 з гібридною силовою установкою потужністю 882 кВт і модернізовано тепловози ЧМЕЗ із застосуванням гібридної установки, що складається з одного або двох дизель-генераторів потужністю 350-700 кВт і накопичувача з акумуляторів і суперконденсаторів ємністю 50 МДж.

У разі пневматичної передачі як робоче тіло використовується повітря і (або) продукти згоряння палива [6,7].

Визначення мети та задачі дослідження. Мета статті полягає в розробленні схеми гібридної передачі потужності дизель-поїзда з гідравлічною передачею та можливостей її використання на залізницях України.

Для досягнення цієї мети потрібно вирішити ряд питань: визначити параметри основних елементів системи; розробити принципи керування гібридною передачею, оцінити тягові характеристики дизель-поїзда.

Основна частина досліджень. Одним з перспективних напрямків модернізації для дизель-поїздів з гідравлічною (гідромеханічною) передачею потужності є застосування гібридної силовой установки з пневматичними акумуляторами (ПА), енергія в яких створюється вільно-поршневым двигуном (ВПДК).

На рисунку у вигляді блочної схеми подана запропонована ГСУ дизель-поїзда.

ГСУ містить ДВЗ 4, від якого крутний момент через гідропередачу 3, карданні вали 5 та осьові редуктори 6 передається на рушійні колісні пари 2, які рамою 1 об'єднані у візок. ДВЗ кожного головного вагона є основним джерелом енергії. Іншим джерелом енергії є пневмосистема, до якої входять ВПДК 11, електромагнітний зворотний клапан високого тиску 10, пневмобалони 9, газовий редуктор високого тиску 8, електронний регулятор тиску 14 з електропневмоклапаном 15, які конструктивно являють собою регульований дросельний пристрій. Основна задача цього пристрою полягає у тому, щоб забезпечити необхідний рівень тиску стиснутого повітря на вході в головний (маневровий) пусковий клапан 17, який через повітродозподільник 18

та пускові клапани з пневматичним приводом 19 подає стиснуте повітря у кожний циліндр ДВЗ при вимкненій подачі палива, що приводить до обертання колінчастого вала, тобто ДВЗ починає працювати як

пневмодвигун і через штатну гідропередачу 3, карданні вали 5, осьові редуктори 6 крутний момент передається на рушійні колісні пари 2 і відбувається рух дизель-поїзда.

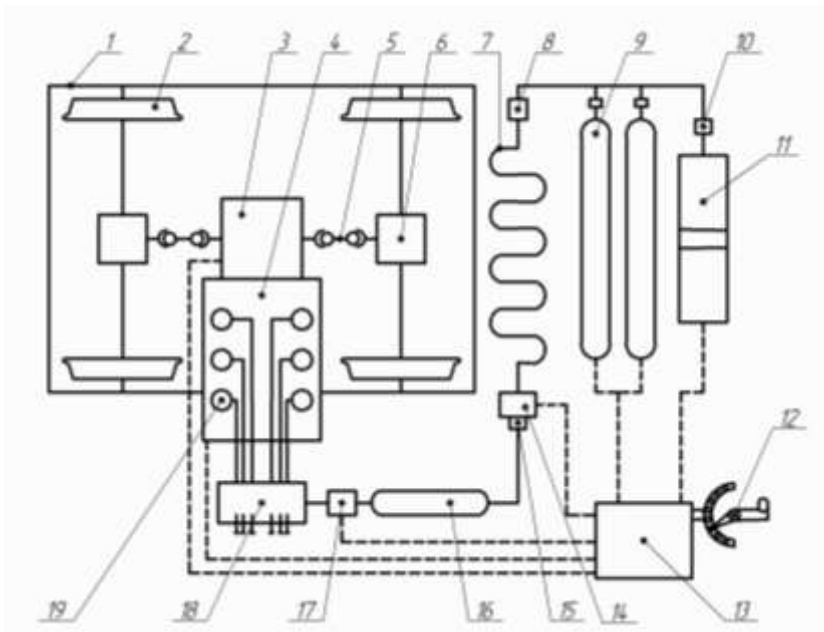


Рис. Схема гібридної силової установки дизель-поїзда:

1 – рама візка; 2 – рушійна колісна пара; 3 – гідропередача; 4 – ДВЗ; 5 – карданний вал; 6 – осьовий редуктор; 7 – теплообмінник з навколишнім середовищем; 8 – газовий редуктор високого тиску; 9 – пневмобалон з запобіжним клапаном; 10 – електромагнітний зворотний клапан високого тиску; 11 – ВПДК; 12 – контролер машиніста; 13 – електронний блок керування; 14 – електронний регулятор тиску; 15 – електропневматичний клапан регулятора; 16 – повітряний ресивер; 17 – головний пусковий клапан; 18 – повітряний розподільник; 19 – пускові пневматичні клапани

Енергоносієм у пневмосистемі є стиснуте до високого тиску (наприклад 15...25 МПа) повітря, що зберігається у пневмобалонах 9 при температурі навколишнього середовища та постійно поповнюється автономним ВПДК 11. Повітря, що надходить із пневмобалонів 9, дроселюється в газовому редукторі високого тиску 8 до робочого тиску 0,8...1,0 МПа (але не вище максимального тиску згоряння P_z у циліндрі при повному навантаженні ДВЗ).

Узгодженість роботи ДВЗ – пневмодвигуна і ВПДК забезпечує електронний блок керування 13, що одержує інформацію про тягове зусилля КСУ, яка надходить від контролера машиніста 12 та від датчиків, що реєструють режими роботи кожного з елементів пневмосистеми і наявність стиснутого повітря в пневмобалонах 9.

Керування роботою елементів ГСУ здійснюється в такій послідовності. При наближенні дизель-поїзда до зупинки машиніст на певній відстані (наприклад у 1 км) вимикає двигун 4, який був тяговим, і додатковим контактом контролера машиніста 12 надає сигнал електронному блоку керування 13, який подає команду електронному регулятору тиску 14 та його електропневмоклапану 15 на подачу стиснутого повітря до головного (маневрового) пускового клапана 17 і далі повітряний розподільник 18 спрямовує повітря до пускових пневматичних клапанів 19. З моменту обертання колінчастого вала гідропередача 3 з режиму змазування (холостого ходу) переходить у режим навантаження та передає крутний момент колісним парам 2. При зупинці дизель-поїзда

від дії штатного пневматичного гальма гідропередача 3 вимикається і за сигналом її датчика електронний блок керування 13 через електронний регулятор тиску 14 зупиняє подачу стиснутого повітря.

Початок руху дизель-поїзда після стоянки здійснюється також за сигналом контролера машиніста 12 електронному блоку керування 13 і дія пневмосистеми ГСУ повторюється з тією різницею, що гідропередача 3 відразу починає роботу у режимі навантаження. Після віддалення від стоянки на відстань у 1 км машиніст вмикає двигун головного вагона, який рухається вперед, і установлює позицію контролера машиніста 12, яка відповідає швидкості руху дизель-поїзда (за показниками штатного швидкостеміра), при цьому одночасно вимикається електронним блоком керування пневмосистема забезпечення стиснутим повітрям пневмодвигуна, який стає традиційним ДВЗ. ВПДК 11 працює незалежно від роботи двигуна/пневмодвигуна 4, як

правило, поза стоянкою. Паливом ВПДК забезпечується штатною паливною системою дизель-поїзда.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Гібридні передачі тепловозів з електричними накопичувачами складніші і дорожчі за традиційні з двигунами внутрішнього згорання.

У гібридних тепловозах виникає проблема складної та дорогої утилізації відпрацьованих акумуляторів.

Неможливе застосування гібридних силових установок на тепловозах та дизель-поїздах з гідропередачею.

Запропонована гібридна силова установка забезпечує зменшення витрати палива та викидів відпрацьованих газів за рахунок скорочення часу роботи двигуна на неекономічних та неекологічних режимах (холостому ході, малих навантаженнях та неусталених процесах) при збереженні динамічних характеристик.

Список використаних джерел

1. Щербаков, В.Т. Маневровые локомотивы с комбинированной (гибридной) силовой установкой [Текст] / В.Т. Щербаков, Л.М. Бондаренко, Ю.П. Ерохин // Локомотив. – 2011. – № 8. – С. 33-36.
2. ТЭМ35: на БМЗ проходят испытания первого в отечественной практике гибридного тепловоза [Текст] // Трансмашхолдинг. – 2013. – № 2. – С. 14-18.
3. Маневровый тепловоз ТЭМ9Н SinaraHybrid с гибридной силовой установкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sinara-group.com/about/structure/stm/LTZ/Production_LTZ/TEM9H.
4. Михеев, С.А. Маневровый тепловоз с энергосберегающей силовой установкой [Электронный ресурс] / С.А.Михеев, Н.М.Найш. – Режим доступа: <http://dspace.snu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/454/22/Micheev.pdf>.
5. В Луганске модернизируют тепловозы для украинских железных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cxid.info/v-luganske-moderniziruut-teplovozoy-dlya-ukrainskih-jeleznyh-dorog-n112983>.
6. Глаголев, Н.М. Тепловозы [Текст] / Н.М.Глаголев. – М.: Трансжелдориздат, 1948. – 388 с.
7. Петров, П.П. Комбинированные энергетические установки для железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] / П.П. Петров. – Режим доступа: http://www.ekip.pro/stati/keu_gt.pdf.
8. Фалендиш, А.П. Использование гибридных передач на маневровых тепловозах [Текст] / А.П. Фалендиш, М.В. Володарець // Локомотив-информ. – 2010. – № 12. – С. 4-7.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.С. Крашенін

Жалкін Олексій Денисович, аспірант, асистент каф. ЕРРС Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 093-545-53-59, (21-24). email amp123@mail.ru.

Oleksii Zhalkin, postgraduate, assistant of cathedra maintenance and repair of rolling stock. Tel. +38093-545-53-59, email amp123@mail.ru.
