

варіанти ремоторизації новими дизелями та комплексної модернізації з заміною всього силового обладнання. Окремим напрямом є модернізація з використанням декількох дизельних енергетичних установок. На сьогоднішній день створені дослідні зразки з двома та трьома дизель-генераторами. Зроблені висновки з розглянутого матеріалу.

**Ключевые слова:** тепловоз ЧМЭЗ, дизель-генераторная установка, комплексная модернизация, дизель Caterpillar, варианты модернизации.

В статье проведен анализ различных вариантов модернизации тепловозов ЧМЭЗ. Рассмотрены варианты ремоторизации новыми дизелями и комплексной модернизации с заменой всего силового оборудования. Отдельным направлением является модернизация с использованием нескольких дизельных

энергетических установок. На сегодняшний день созданы опытные образцы с двумя и тремя дизель-генераторами. Сделаны выводы из рассмотренного материала.

**Ключевые слова:** тепловоз ЧМЭЗ, дизель-генераторная установка, комплексная модернизация, дизель Caterpillar, варианты модернизации.

In the article analyzes the various upgrade options ChME3 locomotives. Variants remotorizatsiyi new diesel and comprehensive modernization of Replacement of all power equipment. Another direction is to modernize using several diesel power plants. To date created prototypes of two and three diesel generators. Conclusions of the materials.

**Keywords:** ChME3 locomotive, diesel-generator installation, complex modernization, diesel Caterpillar, modernization options.

УДК 629.424.14

ГАТЧЕНКО В.О., к.т.н., доцент кафедри РСЗ (ДонІЗТ)

### Удосконалення системи керування дизель-генераторною установкою тепловозів серії ЧМЕЗ

---

#### Постановка проблеми

---

На Донецькій залізниці на виконання маневрової роботи щорічно витрачається в середньому 35 тис. т. дизельного палива. Експлуатаційний парк маневрових тепловозів ЧМЕЗ в цілому по залізниці складає 160,98 лок.-доб.

Умови маневрової роботи істотно відрізняються від поїзних. На маневрових тепловозах відбувається дуже часта зміна положення контролера машиніста з безперервною зміною частоти обертання колінчастого валу дизеля. Отже, дизель працює не в стаціонарному режимі, а переважно в умовах перехідних процесів.

Наприклад, при роботі на сортувальній горці на тепловозах ЧМЕЗ виконується до 200 перемикань контролера машиніста за 1 год., з них 4 зі сталого режиму, кількість скидань - накидань – 35 за 1 год.

При інтенсивній роботі тепловозу рукоятка контролера машиніста пересувається кожні 1,5 - 5,0 с., а тривалість безперервної роботи силової установки під постійним навантаженням не перевищує 10-20 с. [1].

Багато науковців проводили дослідження з визначення основних причин підвищеної витрати палива тепловозними дизелями при перехідних процесах [2-13]. Рішення даної проблеми можливе шляхом удосконалення системи автоматичного регулювання з метою оптимізації характеру зміни коефіцієнта надлишку повітря у часі  $\alpha = f(\tau)$ ; системи повітропостачання дизеля; робочого процесу дизеля за рахунок вибору раціональної форми камери згоряння, покращення якості паливоподачі та процесу сумішоутворення; використання автоматичної системи керування початко-

вим тиском палива в нагнітальному трубопроводі при оптимальних кутах випередження подачі палива та положенням упору рейки паливного насосу високого тиску за тиском наддування та інші.

Для маневрових тепловозів ЧМЕЗ зменшення часу перехідних процесів можливе при удосконаленні системи керування ДГУ тепловозів, для чого пропонується внесення змін у конструкцію гідромеханічного регулятора частоти обертання колінчастого валу дизеля. Як показали дослідження, при зміні частоти обертання на холодному ході шаблями через  $10 \text{ хв}^{-1}$  тривалість перехідних процесів скорочується до 2-4 с. [2].

---

### Аналіз публікацій

Розроблена система управління дизель-генераторною установкою тепловоза [3] дозволяє забезпечити безперервне керування потужністю ДГУ тепловоза в залежності від тривалості видачі машиністом команди на її збільшення або зменшення. Однак дана система управління ДГУ тепловоза не вирішує задачу узгодження потужностей дизеля і тягового генератора в безперервному режимі управління потужністю.

---

### Мета роботи

Метою роботи є удосконалення системи управління ДГУ тепловоза в якій за рахунок конструктивних особливостей, забезпечується безперервне і адаптивне узгодження потужностей дизеля і тягового генератора в безперервному режимі управління потужністю, що дозволить знизити витрати палива і зношення дизеля в маневровому режимі роботи.

---

### Основний матеріал

Поставлена задача вирішується тим, що в системі управління дизель-

генераторною установкою тепловоза, яка включає пульт машиніста, електричний реверсивний сервопривід, що з'єднаний з пультом машиніста з можливістю безпосереднього управління напрямком обертання сервопривода, і всережимний регулятор обертів дизеля з безперервним задаючим кулачком, що закріплений на валу сервопривода, система містить блок дискретних резисторів, який включений в ланцюг обмотки збудження генератора за допомогою пристрою комутації резисторів з можливістю дискретної зміни загального опору ланцюга обмотки збудження відповідно до змін обертів дизеля, при цьому зазначений пристрій виконаний в вигляді контактної щітки, що закріплена на валу сервопривода з можливістю спільного обертання з кулачком всережимного регулятора обертів, та нерухомих контактів, які рівномірно розташовані навколо валу сервопривода з можливістю почергової взаємодії з контактною щіткою в процесі її обертання і з'єднані з відповідними резисторами блока дискретних резисторів [4].

Доцільно, з конструктивних міркувань контактну щітку виконати в вигляді радіально закріпленого на валу сервопривода стержня, на вільному кінці якого встановити підпружинений вугільно-графітовий струмознімач, а нерухомі контакти рівномірно розмістити на внутрішній поверхні кільця, яке розташувати концентрично з валом сервопривода.

Дискретні резистори можуть бути з'єднані в послідовний ланцюг, при цьому початок зазначеного ланцюга резисторів та контактну щітку необхідно підключити в розрив ланцюга обмотки збудження, а вузли послідовного з'єднання дискретних резисторів почергово з'єднати з нерухомими контактами. Розмір струмознімача контактної щітки в напрямку її переміщення повинен перевищувати відстань між сусідніми нерухомими контактами для попередження розриву електричного

ланцюга обмотки збудження при переміщенні контактної щітки відносно нерухомих контактів.

Включення в систему безперервного управління дизель-генераторною установкою тепловоза засобів управління струмом збудження тягового генератора, що зв'язані з засобами управління потужністю дизеля (включення в ланцюг обмотки збудження генератора дискретних резисторів з можливістю зміни загального опору ланцюга обмотки збудження за допомогою пристрою комутації резисторів, який виконаний в вигляді контактної щітки, що закріплена на валу сервопривода задаючого кулачка всережимного регулятора обертів дизеля з можливістю спільного обертання з задаючим кулачком, та нерухомих контактів, що рівномірно розташовані навколо вала сервопривода з можливістю почергової взаємодії з контактною щіткою в процесі її обертання і з'єднані з відповідними дискретними резисторами) дає можливість управляти полем збудження тягового генератора по заданому алгоритму в залежності від зміни потужності дизеля і тим самим забезпечити безперервне і адаптивне узгодження потужностей дизеля і тягового генератора, що особливо важливо в маневровому режимі роботи тепловоза. При достатній кількості дискретних резисторів управління полем збудження тягового генератора можна вважати квазібезперервним і з необхідною точністю узгоджувати потужність генератора з потужністю дизеля.

Загальна схема системи наведена на рис.1 а.

Пристрій комутації резисторів (рис.1 б.) R1-R8 виконаний в вигляді контактної щітки 11, що закріплена на валу 5 сервопривода 2 з можливістю спільного з кулачком 4 обертання, та нерухомих контактів K1-K8, що рівномірно розташовані навколо вала 5 сервопривода 2 з можливістю почергової взаємодії з контактною щіткою 11 в процесі її

обертання і з'єднані з відповідними резисторами R1-R8 блока 8 дискретних резисторів R1-R8.

Контактна щітка 11 виконана в вигляді радіально закріпленого на валу 5 сервопривода 2 стержня 12, на вільному кінці якого встановлений підпружинений вугільно-графітовий струмознімач 13, а нерухомі контакти K1-K8 рівномірно розміщені на внутрішній поверхні кільця 14, що розташоване концентрично з валом 5 сервопривода 2. Розмір струмознімача 13 в напрямку переміщення контактної щітки 11 перевищує відстань між сусідніми нерухомими контактами K1-K8 (рис. 2).

Таке виконання струмознімача 13 попереджує розрив ланцюга обмотки збудження 9 генератора при переміщенні контактної щітки 11.

Дискретні резистори R1-R8 з'єднані в послідовний ланцюг. Початок 14 зазначеного ланцюга та контактна щітка 10 підключені в розрив 15 ланцюга обмотки збудження 9, а вузли 16 послідовного з'єднання дискретних резисторів R1-R8 почергово з'єднані з нерухомими контактами K1-K8 (рис. 1 б).

Система управління дизель-генераторною установкою тепловоза працює наступним чином. Машиніст за допомогою пульта 1 управляє електричним реверсивним сервоприводом 2, на валу 5 якого закріплений безперервний кулачок 4 всережимного регулятора обертів 3 важіль і 11 з струмознімачем 12 контактної щітки. У залежності від кутового положення безперервного кулачка 4, всережимний регулятор обертів 3 задає число обертів дизеля, необхідне для одержання потужності, що відповідає заданому режимові руху. Якщо машиністу необхідно збільшити або зменшити цю потужність він натискає, відповідно, кнопку "+" або "-" на пульті 1. Електродвигун сервопривода 2 починає обертатися і повертати безперервний кулачок 4 в відповідному напрямку, що

приводить до зміни обертів і потужності дизеля. При обертанні валу 5 сервопривода 2 важіль 11 з струмознімачем 12 обертається спільно з кулачком 4, що приводить до одночасної зміни завдання всережимному регулятору обертів 3 і переміщенню струмознімача 12 відносно нерухомих контактів К1-К8, унаслідок чого в ланцюг обмотки збудження 9 включається різне число дискретних резисторів R1-R8. Опір в ланцюзі обмотки збудження 9 і, відповідно, струм збудження, будуть

погоджено змінюватися разом із зміною завдання всережимному регулятору обертів 3.

Таким чином забезпечується безперервне і адаптивне узгодження потужностей дизеля і тягового генератора в безперервному режимі управління потужністю, що знижує витрати палива і знос дизеля в маневровому режимі роботи.

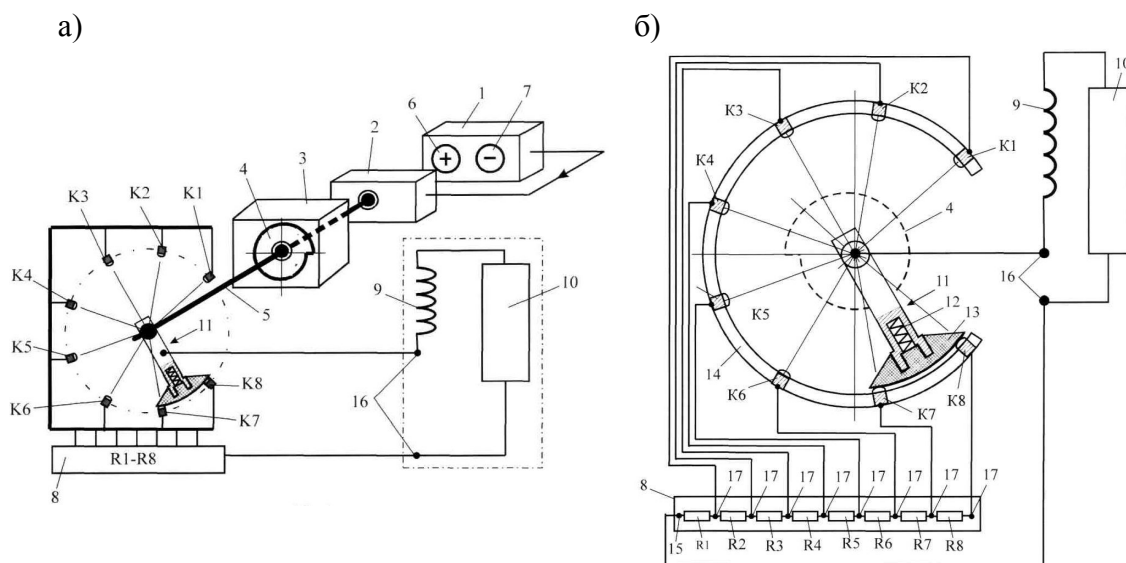


Рис. 1. Система управління дизель-генераторною установкою тепловоза  
 а- загальна схема системи; б- пристрій комутації резисторів:

1– пульт машиніста; 2– електричний реверсивний сервопривід; 3 – всережимний регулятор обертів; 4 – кулачок; 5 – вал сервопривода; 6,7 – кнопки «+», «-»; 8 – блок дискретних резисторів R1-R8; 9 – обмотка збудження генератора; 10 – джерело струму; 11 – контактна шітка; 12 – стержень; 13 – струмознімач; 14 – кільце; 15- розрив ланцюга обмотки збудження; 16 – вузли послідовного з'єднання резисторів; К1-К8 – нерухомі контакти.

Даний варіант реалізації системи управління дизель-генераторною установкою тепловоза є тільки окремим прикладом з використанням тільки восьми дискретних резисторів R1-R8. Зміна струму збудження тягового генератора при повороті безперервного кулачка 4 здійснюється дискретно, за рахунок ковзання контактної шітки 10 по нерухомих контактам К1-К8, зв'язаних з

послідовно з'єднаними резисторами R1-R8, що включені в ланцюг обмотки збудження 9 тягового генератора. Число дискретних резисторів може бути збільшено до величини, при якій регулювання струму збудження тягового генератора можна було б вважати квазібезперервним і з необхідною точністю узгоджувати потужність генератора з потужністю дизеля.

### Висновки

1 Проаналізовані шляхи зменшення часу перехідних процесів при роботі дизель-генераторних установок тепловозів.

2. Розглянуто систему управління дизель-генераторною установкою тепловоза яка дозволяє забезпечити безперервне керування потужністю ДГУ тепловоза.

2. Удосконалена система управління ДГУ тепловоза, що дозволить знизити витрати палива і зношення дизеля в маневровому режимі роботи.

### Список літератури

1. Володин, А. И. Топливная экономичность силовых установок тепловозов [Текст] / А. И. Володин, Г. А. Фофанов. - М.: Транспорт, 1979. - 126 с.

2. Кривошея, Ю. В. Улучшение эксплуатационных характеристик маневровых тепловозов путем совершенствования управления дизель-генераторной установкой [Текст] / Ю. В. Кривошея, В. И. Дорошко, В. А. Гатченко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2009. – № 108. – С. 60–64.

3. Пат. 34136 Україна, МПК (2006) F 02 D 1/08. Система керування дизель-генераторною установкою тепловоза [Текст] / Баранніков О. О., Гатченко В. О., Дорошко В. І., Кривошея Ю. В. ; винахідники та патентовласники Баранніков О. О., Гатченко В. О., Дорошко В. І., Кривошея Ю. В. – № u 2008 03675 ; заявл. 24.03.08; опубл. 25.07.08, Бюл. № 14.

4. Пат. 50972 Україна, МПК (2009) F 02 D 1/00, F 02 D 1/08. Система керування дизель-генераторною установкою тепловоза [Текст] / Гатченко В. О., Дорошко В. І., Кривошея Ю. В.; винахідники та патентовласники Гатченко В. О., Дорошко В. І., Кривошея Ю. В. – № u 2010 00440 ; заявл. 18.01.10 ; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

5. Кривошея, Ю.В. Вдосконалення регулювання потужності тепловозних дизель-генераторів [Текст] : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : 05. 22. 07 : захищена 24.11.2005 / Кривошея Юрій Володимирович. – Х., 2005. – 19 с.

6. Грицюк, А.В. Выбор фаз газораспределения быстроходного четырехтактного дизеля типа 4ДТНА [Текст] / А.В. Грицюк, В.И. Пелепейченко, П.Я. Перерва, М.Н. Лылка // Двигатели внутреннего сгорания. – 2005. – № 2. – С. 9–12.

7. Рязанцев, Н. К. Выбор оптимальных фаз газораспределения двухтактного дизеля типа 6ТД с регулируемым давлением наддувочного воздуха [Текст] / Н. К. Рязанцев, В. И.

Пелепейченко, С. А. Алёхин, П. Я. Перерва, Д. Ю. Бородин // Двигатели внутреннего сгорания. – 2003. – № 1-2. – С. 27–29.

8. Алёхин, С. А. Анализ влияния интенсивности закрутки воздушного заряда на рабочий процесс тепловозного двухтактного дизеля 6ДН с охладителем наддувочного воздуха [Текст] / С. А. Алёхин, В. И. Пелепейченко, П. Е. Куницын, П. Я. Перерва, Д. Ю. Бородин // Двигатели внутреннего сгорания. – 2004. – № 1. – С. 18–19.

9. Альохін, С.О. Особливості процесу стискування в малорозмірних двохтактних двигунах з прямоточною продувкою [Текст] / С. О. Альохін, В. І. Пелепейченко, П. Я. Перерва, П. Є. Куніцин, Д. Ю. Бородин // Двигатели внутреннего сгорания. – 2005. – № 1. – С. 40–43.

10. Бабанин, А. Б. Улучшение переходных режимов работы маневровых тепловозов на промежуточных позициях [Текст] / А. Б. Бабанин, Ю. В. Сиротенко, И. В. Мымриков // Локомотив - информ. – 2009. – № 5–6. – С. 4–8.

11. Струнге, Б. Н. Регулирование частоты вращения и мощности дизель-генераторов тепловозов [Текст] / Б. Н.

Струнге [и др.]. – М. : Транспорт, 1976. – 112 с.

12. Кудряш, А. П. Анализ факторов, определяющих эксплуатационный расход топлива [Текст] / А. П. Кудряш, А. Н. Каплун, В. И. Дробаха // Локомотив - информ. – 2007. – № 11. – С. 24–25.

13 Кудряш, А. П. Экономия прежде всего [Текст] / А. П. Кудряш, А. Н. Каплун // Локомотив - информ. – 2009. – № 9–10. – С. 23.

### Анотації:

Проаналізовані шляхи зменшення часу перехідних процесів при роботі дизель-генераторних установок тепловозів. Розглянуто систему управління дизель-генераторною установкою тепловоза, яка дозволяє забезпечити безперервне керування її потужністю. Запропоновано удосконалення системи керування дизель-генераторною установкою маневрового тепловоза серії ЧМЕЗ, що дозволить знизити витрати палива і зношення дизеля в маневровому режимі роботи.

**Ключові слова:** система керування, дизель-генераторна установка, перехідний процес,

витрата палива, ресурс дизеля, керування потужністю.

---

Проанализированы пути уменьшения времени переходных процессов при работе дизель-генераторных установок тепловозов. Рассмотрена система управления дизель-генераторной установкой тепловоза, которая позволяет обеспечить непрерывное управление ее мощностью. Предложено усовершенствование системы управления дизель-генераторной установкой маневрового тепловоза серии ЧМЕЗ, что позволит снизить расход топлива и износ дизеля в маневровом режиме работы.

**Ключевые слова:** система управления, дизель-генераторная установка, переходный процесс, расход топлива, ресурс дизеля, управление мощностью.

---

Analyzed by reducing transients when using diesel generator sets diesel locomotives. The system control diesel generator set diesel which ensures continuous power control diesel generator set diesel . Improvements control system of diesel generator set series CHME3 shunting locomotives , which will reduce fuel consumption and wear of diesel shunting mode.

**Keywords:** management system, diesel generator sets, the transition process, fuel consumption, service life of diesel, power control.

