



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5139 (13) U

(51) 7 B60L11/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОПРИВІД ТЕПЛОВОЗА

1

2

(21) 20040705581

(22) 09.07.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Шапран Євген Миколайович, Смородін Андрій
Юрійович(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(57) Електропривід тепловоза, що містить сполу-
чений з дизельним двигуном тяговий генератор,
що живить електродвигун з обмоткою збудження,
паралельно якій підключений регулятор струму
збудження тягового електродвигуна, вхід якого
підключений до першого виходу формувача
управляючих сигналів, входи якого підключені до
першого погоджувального блока, датчика струму
збудження тягового електродвигуна, датчика
струму тягового генератора і задатчика режиму,
останній з яких підключений до одного з входів
регулятора струму збудження тягового генерато-
ра, до інших входів якого підключені виходи друго-
го погоджувального блока, блока множення і блока
корекції, до виходу регулятора струму збудження

тягового генератора підключена обмотка збуджен-
ня тягового генератора, а до входів блока мно-
ження - виходи датчика струму тягового генерато-
ра і датчика напруги тягового генератора, до
повітряного ресивера дизельного двигуна підклю-
чений датчик тиску наддуву, вихід якого сполуче-
ний із входом блока корекції, який відрізняється
тим, що він забезпечений датчиком боксування
колісної пари, джерелом живлення (допоміжним
генератором), сполученим з валом дизельного
двигуна, джерелом живлення, підключеним до
допоміжного генератора, широтно-імпульсним
модулятором, вхід якого сполучений з другим ви-
ходом формувача управляючих сигналів, додатко-
во підключеного входом до виходу датчика напру-
ги тягового генератора і виходу датчика
боксування колісної пари, а також транзисторним
ключем, управляючий і живлячий входи якого спо-
лучені відповідно з виходом широтно-імпульсного
модулятора і виходом джерела живлення, причо-
му вихід транзисторного ключа підключений до
обмотки збудження тягового електродвигуна.

Корисна модель відноситься до залізничного
транспорту і може бути використана в транспорт-
них засобах, які мають двигуни внутрішнього зго-
рання з електроприводом рухомих коліс.

Відомо електропривід тепловоза, що містить
зчленований з дизельним двигуном тяговий ге-
нератор, що живить тяговий електродвигун з обмот-
кою збудження, паралельно якому підключений
регулятор струму збудження тягового електродви-
гуна. Вхід регулятора струму збудження тягового
електродвигуна підключений до першого виходу
формувача управляючих сигналів, входи якого
підключені до першого погоджувального блока,
датчика струму збудження тягового електродви-
гуна, датчика струму тягового генератора і задатчи-
ка режиму, останній з яких підключений до одного
з входів регулятора струму збудження тягового
генератора, до інших входів якого підключені ви-
ходи другого погоджувального блока, блока мно-
ження і блока корекції. До виходу регулятора

струму збудження тягового генератора підключена
обмотка збудження тягового генератора, а до вхо-
дів блока множення — виходи датчика струму тя-
гового генератора і датчика напруги тягового ге-
нератора. До повітряного ресивера дизельного
двигуна підключений датчик тиску наддуву, вихід
якого сполучений з входом блока корекції, (див.
а.с. СРСР №1463548, МПК4 B60L11/04 надрук. в
Б.В. №9, 1989), обраний за прототип.

Недоліком відомого пристрою є відсутність
можливості регулювання струму збудження тяго-
вого електродвигуна при виявленні боксування
колісних пар, що приводить до зниження тягових
властивостей і економічності роботи тепловоза.

В основу корисної моделі поставлено задачу
удосконалення електроприводу тепловоза шляхом
того, що він забезпечений датчиком боксування
колісної пари, джерелом живлення (допоміжним
генератором), зчленованим з валом дизельного
двигуна, джерелом живлення, підключеним до

(13) U

(11) 5139

(19) UA

допоміжного генератора, широтно-імпульсним модулятором, вхід якого сполучений з другим виходом формувача управляючих сигналів, додатково підключеного входом до виходу датчика напруги тягового генератора і виходу датчика боксування колісної пари, а також транзисторним ключем, управляючий і живлячий входи якого сполучені відповідно з виходом широтно-імпульсного модулятора і виходом джерела живлення, причому вихід транзисторного ключа підключений до обмотки збудження тягового електродвигуна, що приводить до запобігання боксування колісних пар за рахунок імпульсного збільшення струмів в обмотках збудження тягових електродвигунів і до підвищення тягово-зчіпних властивостей і економічності роботи тепловоза.

Поставлена задача досягається тим, що електропривід тепловоза, що містить зчленований з дизельним двигуном тяговий генератор, що живить тяговий електродвигун з обмоткою збудження, паралельно якій підключено регулятор струму збудження тягового електродвигуна. Вхід регулятора струму збудження тягового електродвигуна підключений до першого виходу формувача управляючих сигналів, входи якого підключені до першого погоджувального блока, датчика струму збудження тягового електродвигуна, датчика струму тягового генератора і задатчика режиму, останній з яких підключений до одного з входів регулятора струму збудження тягового генератора, до інших входів якого підключені виходи другого погоджувального блока, блока множення і блока корекції, до виходу регулятора струму збудження тягового генератора підключена обмотка збудження тягового генератора, а до входів блока множення - виходи датчика струму тягового генератора і датчика напруги тягового генератора, до повітряного ресивера дизельного двигуна підключений датчик тиску наддуву, вихід якого сполучений з входом блока корекції, згідно корисної моделі, електропривід тепловоза забезпечений датчиком боксування колісної пари, джерелом живлення (допоміжним генератором), зчленованим з валом дизельного двигуна, джерелом живлення, підключеним до допоміжного генератора, широтно-імпульсним модулятором, вхід якого сполучений з другим виходом формувача управляючих сигналів, додатково підключеного входом до виходу датчика напруги тягового генератора і виходу датчика боксування колісної пари, а також транзисторним ключем, управляючий і живлячий входи якого сполучені відповідно з виходом широтно-імпульсного модулятора і виходом джерела живлення, причому вихід транзисторного ключа підключений до обмотки збудження тягового електродвигуна.

Технічна суть і принцип дії запропонованого електропривода тепловоза пряснюється його структурною схемою, приведеною на Фіг.1, а також функціональною схемою (Фіг.2) і тимчасовими діаграмами струмів (Фіг.3) транзисторного ключа.

Запропонований електропривід тепловоза (Фіг.1) містить дизельний двигун 1, зчленований з тяговим генератором 2, живлячим тяговий електродвигун 3 з обмоткою збудження 4 тягового електродвигуна 3, паралельно якій підключений регу-

лятор струму збудження 5 тягового електродвигуна 3. Вхід регулятора струму збудження 5 підключений до першого виходу формувача управляючих сигналів 6, входи якого підключені до першого погоджувального блока 7, датчика струму збудження 8 тягового електродвигуна 3, датчика струму 9 тягового генератора 2, задатчика режиму 10 і датчика напруги 11 тягового генератора 2. Вихід задатчика режиму 10 підключений до одного з входів регулятора струму збудження 12 тягового генератора 2, до інших входів якого підключені виходи другого погоджувального блока 13, блока множення 14 і блока корекції 15. До виходу регулятора струму збудження 12 підключена обмотка збудження 16 тягового генератора 2. До входів блока множення 14 підключені датчик струму 9 тягового генератора 2 і датчик напруги 11 тягового генератора 2. До повітряного ресивера 17 дизельного двигуна 1 підключений датчик тиску наддуву 18, вихід якого сполучений з входом блока корекції 15.

Крім того, електропривід тепловоза забезпечений джерелом живлення (допоміжним генератором) 19, зчленованим з валом дизельного двигуна 1, перетворювачем 20, підключеним до джерела живлення 19, широтно-імпульсним модулятором 21, вхід якого сполучений з другим виходом формувача управляючих сигналів 6, підключеним додатково до виходу датчика напруги 11 тягового генератора 2 і виходу датчика боксування колісної пари 22.

До виходу широтно-імпульсного модулятора 21 підключений управляючий вхід транзисторного ключа 23, живлячий вхід якого сполучений з перетворювачем 20, а вихід сполучений з обмоткою збудження 4 тягового електродвигуна 3.

Тяговий генератор 2 може бути як постійного, так і змінного струму з випрямлячем. До тягового генератора 2 може бути підключено один або декілька однотипних тягових електродвигунів 3 постійного струму.

Погоджувальні блоки 7 і 13 можуть бути виконані на трансформаторах. Регулятор струму збудження 12 тягового генератора 2 може бути виконаний на магнітному підсилювачі з декількома управляючими обмотками або на регульованому джерелі живлення (тиристорний або транзисторний варіант). Джерело живлення 19 є генератором постійного струму бортової мережі тепловоза напругою 75 або 110В. Перетворювач 20 може бути виконано у вигляді транзисторного перетворювача для підвищення напруги до 200-250В. Як формувач управляючих сигналів 6 можна використовувати мікро-ЕВМ. Як датчик боксування 22 може використовуватися тахогенератор, імпульсний датчик частоти обертання колісної пари або інший датчик, що фіксує наявність боксування.

Транзисторний ключ 23 (Фіг.2) виконаний на біполярному транзисторі 24 з ізолюваним затвором (IGBT), захисному стабілітроні 25, діоді 26 і ємності 27.

На тимчасовій діаграмі струмів (Фіг.3) представлена крива а струму через транзистор 24, при дії на нього імпульсів з виходу широтно-імпульсного модулятора 21, крива b струму через діод 26 при закритому транзисторі 24 і крива стру-

му в обмотці збудження 4 тягового електродвигуна 3.

Запропонований електропривід тепловоза працює таким чином.

Задатчиком режиму 10 встановлюється режим роботи електроприводу. Цей сигнал впливає на регулятор струму збудження 12 тягового генератора 2, визначаючи величину потужності тягового генератора 2, що приводиться в обертання дизельним двигуном 1. Як зворотний зв'язок по фактичній потужності тягового генератора 2 використаний сигнал блока множення 14, на вхід якого поступають сигнали від датчика струму 9 тягового генератора 2 і датчика напруги 11 тягового генератора 2, а також сигнал від датчика тиску наддуву 18, перетворений в електричний сигнал в блоці корекції 15.

При розгоні тепловоза, коли частота обертання вала дизельного двигуна 1 і тиск наддуву в повітряному ресивері 17 не досягли сталого режиму, заданого задатчиком режиму 10, на вхід регулятора струму збудження 8 тягового генератора 2, з'являється коректуючий сигнал від блока корекції 15, який перешкоджає зростанню струму ланцюга обмотки збудження 16 тягового генератора 2 і отже, напруги тягового генератора 2. Це дозволяє в перехідному процесі змінювати потужність тягового генератора 2 і навантажувати дизельний двигун 1 у залежності із зміною тиску наддуву, тобто здійснювати розгін вала дизельного двигуна 1 з максимально можливим прискоренням на межі димлення. За відсутності боксування, швидкісний режим тягового електродвигуна 3 визначається регулятором струму збудження 5 тягового електродвигуна 3, який шунтує обмотку збудження 4 тягового електродвигуна 3. Збільшення частоти обертання якоря тягового електродвигуна 3 досягається зменшенням струму в обмотці збудження 4 тягового електродвигуна 3 від регулятора струму збудження 12 тягового електродвигуна 3. Управляючи імпульси останньому формує формувач управляючих сигналів 6. В ньому аналізуються сигнали від задатчика режиму 10 і датчиків струму 9 тягового генератора 2 і струму збудження тягового електродвигуна 3.

Зміна режиму роботи електроприводу при ослабленому збудженні тягового електродвигуна 3 може привести до значних кидків струму або напруги, що визначається величиною постійної часу контурів регулювання струму збудження тягового електродвигуна 3 і тягового генератора 2, які коливаються в широких межах і залежать від ступеня насичення полюсів електричних машин. Це явище може бути виключено за рахунок сумісної роботи першого 7 і другого 13 погоджувальних блоків.

Наприклад, якщо постійна часу контура регулювання струму збудження тягового генератора 2 менша постійної часу контура регулювання струму збудження тягового електродвигуна 3, то при зміні режиму роботи електроприводу виникає кидок напруги, який може привести до пробоя ізоляції машин. Отже, при збільшенні струму ІТГ в обмотці збудження 16 тягового генератора 2 на виході першого погоджувального блока 7, з'являється сигнал, який через формувач управляючих сигнала

лів 6 і регулятор струму збудження 5 тягового електродвигуна 3 приводить у відповідність струм ІВТД обмотки збудження тягового електродвигуна 4. Якщо ж постійна часу контура регулювання струму збудження тягового електродвигуна 3 менша постійної часу контура регулювання струму збудження тягового генератора 2, то збільшення струму І силового кола приводить до появи сигналу на виході другого погоджувального блока 13, який впливає на вхід регулятора струму збудження 5 тягового генератора 2. Цим зменшується темп завдання установки по потужності від задатчика режиму 10, і виключається аварійний режим.

В обох розглянутих випадках при зміні режиму роботи електроприводу тепловоза працює блок корекції 15, який додатково знижує напругу тягового генератора 2 і тим самим, більшою мірою, зменшує кидки струму І і напруги УТТ залежно від зміни тиску в повітряному ресивері 17 дизельного двигуна 1.

При боксуванні тепловоза, пов'язаного з порушенням зчеплення колісної пари з рейкою, збільшується її частота обертання пК зменшується струм І в колі якоря тягового електродвигуна 3 і знижується обертаючий момент МТД на валу тягового електродвигуна 3, який визначається по загальновідомій формулі для електричних машин:

$$M_{\tau d} = C_M \Phi I, \quad (1)$$

де $M_{\tau d}$ — момент на валу тягового електродвигуна;

C_M — постійний коефіцієнт залежний від конструкції електродвигуна, Φ — магнітний потік тягового електродвигуна;

I — струм в колі якоря тягового електродвигуна;

Для тягового електродвигуна послідовного збудження магнітний потік пропорційний струму в колі якоря. Отже, при падінні обертаючого моменту, зменшуватимуться як струм в колі якоря I , так і магнітний потік $\Phi = I$.

Подальше зростання частоти обертання якоря тягового електродвигуна 3, веде до збільшення ковзання колісної пари щодо рейки, тобто розвитку процесу боксування, зниження обертаючого моменту і падіння тягового зусилля:

$$F_{\tau} = 2M_{\tau d} / D_k \quad (2)$$

де D_k — діаметр колеса

i_p — передавальне число тягового редуктора.

Виходячи з рівняння тягового електродвигуна постійного струму частоту обертання якоря можна визначити за наступною формулою:

$$n_{\tau d} = (U_{\tau\tau} - I R_{\tau}) / C_e \Phi, \quad (3)$$

де $n_{\tau d}$ — частота обертання якоря;

$U_{\tau\tau}$ — напруга тягового генератора;

I — струм в колі якоря;

R_{τ} — опір в колі якоря;

Φ — магнітний потік;

C_e — конструктивна постійна електродвигуна.

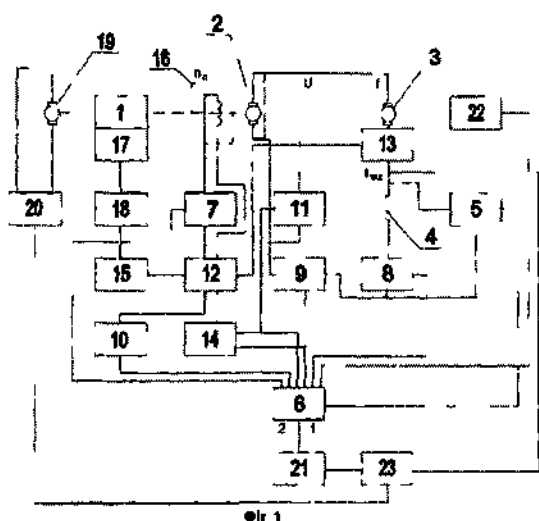
З формули (2) видно, що для запобігання зростання частоти обертання $n_{\tau d}$ необхідно збільшувати магнітний потік Φ , який залежить від струму $I_{\tau d}$ в обмотці збудження тягового електродвигуна 4 $\Phi = I_{\tau d}$.

Отже, при появі надмірного ковзання датчик боксування колісної пари 22 виробляє сигнал, що поступає на вхід формувача управляючих сигналів

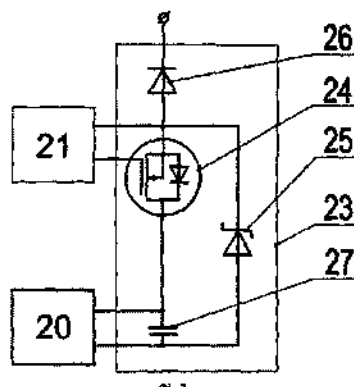
6 який, у свою чергу, включає широтно-імпульсний модулятор 21, формуючий імпульс тривалістю τ на вході транзисторного ключа 23. При цьому через відкритий транзистор 24 і діод 25 імпульси струму пропускаються через обмотку збудження тягового електродвигуна 4 (див. Фіг. 3) від джерела живлення 20 і ємності 27. Діод 26 захищає транзистор 24 від перенапруги обмотки збудження тягового електродвигуна 4 при відключенні транзисторного ключа. Зростання середнього значення струму в обмотці збудження тягового електродвигуна 4 приводить до зростання магнітного потоку Φ , як результат, до зниження частоти обертання $n_{\text{д}}$ якоря тягового електродвигуна 3 і

пов'язаної з ним колісної пари згідно формули (2). При цьому відновлюється зчеплення колісної пари з рейкою і зростає реалізоване тягове зусилля тепловоза F_T .

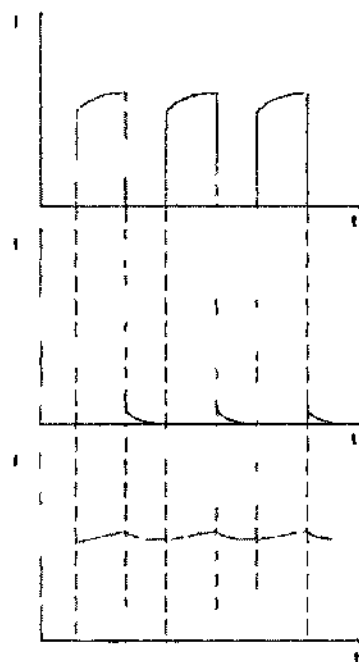
Отже запобігання боксованню колісних пар за рахунок імпульсного збільшення струмів в обмотках збудження тягових електродвигунів веде до підвищення тягово-зчіпних властивостей і економічності роботи тепловоза. Окрім цього підвищується надійність електроприводу, оскільки виключається перенапруга і кидки струму в перехідних режимах які складають в середньому більше 60% загального часу роботи тепловозів.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3