



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15171 (13) U
(51) МПК (2006)
B60L 3/10
G01P 15/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ БУКСУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВА

1

(21) u200512463

(22) 23.12.2005

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Шапран Євген Миколайович

(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

(57) Пристрій для виявлення буксування колісних пар локомотива, який містить датчики струму і напруги тягових двигунів, підключених до входів відповідних диференціюючих блоків, елемент затримки, інвертор, логічний елемент кон'юнкції, виконавчий блок, а також задатчик інтервалів часу, перший та другий ключові елементи, виходи яких з'єднані з входами логічного елемента кон'юнкції, перший та другий інтегратори, перші входи яких з'єднані з виходами відповідних диференціюючих

2

блоків, другі входи - з виходом елемента затримки, а виходи - відповідно через інвертор з одним із входів першого ключового елемента та безпосередньо з одним із входів другого ключового елемента, причому другі входи першого та другого ключових елементів і вхід елемента затримки підключені до задатчика інтервалів часу, який **відрізняється** тим, що пристрій забезпечено додатковим інвертором, додатковим логічним елементом кон'юнкції та тригером, встановлюючий вхід якого підключено до логічного елемента кон'юнкції, скидний вхід - до виходу додаткового логічного елемента кон'юнкції, а вихід - до входу виконавчого блока, причому перший вхід додаткового логічного елемента кон'юнкції через додатковий інвертор з'єднано з виходом другого інтегратора, а другий вхід - з виходом першого інтегратора.

Корисна модель відноситься до галузі залізничного транспорту і може бути використана для виявлення, попередження та захисту від буксування чи юза колісних пар локомотивів.

Відомо пристрій для виявлення буксування колісних пар локомотива [див. а. св. СРСР №506525, МПКлЗ В60Л3/10, опубл. 15.03.1976, бюл. №10], який містить датчики струму і напруги тягових двигунів, котрі підключені до входів відповідних диференціюючих блоків, елемент затримки, інвертор і логічний елемент кон'юнкції, до виходу якого підключений виконавчий блок.

Недоліком відомого пристрою є недостатня точність, тому що при випадкових коливаннях струму і напруги на тягових двигунах, що часто виникають при роботі локомотивів з паралельно ввімкненими тяговими двигунами, можуть з'являтися хибні сигнали на виході пристрою при відсутності буксування колісних пар.

Для ліквідації таких недоліків запропоновано виявляти ознаку наявності буксування чи юза колісних пар не постійним порівнянням сигналів від датчиків струму і напруги, а на протязі незначних проміжків часу, тобто дискретно.

Відомо пристрій для виявлення буксування колісних пар локомотива [див. а. св. СРСР №1131690, МПКлЗ В60Л3/10, опубл. 30.12.84, бюл. №48], обраний за прототип, який містить датчики струму і напруги тягових двигунів, підключених до входів відповідних диференціюючих блоків, елемент затримки, інвертор, логічний елемент кон'юнкції, виконавчий блок, а також задатчик інтервалів часу, перший та другий ключові елементи, виходи яких з'єднані з входами логічного елемента кон'юнкції, перший та другий інтегратори, перші входи яких з'єднані з виходами відповідних диференціюючих блоків, другі входи - з виходом елемента затримки, а виходи - відповідно через інвертор з одним із входів першого ключового елемента та безпосередньо з одним із входів другого ключового елемента, причому другі входи першого та другого ключових елементів і вхід елемента затримки підключені до задатчика інтервалів часу.

Недоліком відомого пристрою є те, що виконавчий блок при виявленні буксування буде знаходитися у ввімкненому стані тільки на протязі незначного фіксованого періоду часу (0,1τ), котрий формується задатчиком інтервалів часу і елементом затримки (див. Фіг.2е). Так як процес буксу-

(19) UA (11) 15171 (13) U

вання локомотива розвивається на протязі деякого часу, тому можливе декілька повторних включень виконавчого блока, тобто виникає імпульсний режим роботи системи захисту від буксування чи юза колісних пар, котрий супроводжується кидками струмів і напруги в силових ланцюгах, появою динамічних крутних моментів тягових двигунів та погіршенням умов реалізації сил зчеплення колісних пар з рейками. Внаслідок цього погіршуються тягово-зчіпні властивості локомотива і зростає знос бандажів коліс та рейок.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення пристрою для виявлення буксування колісних пар локомотива шляхом того, що пристрій забезпечено додатковим інвертором, додатковим логічним елементом кон'юнкції та тригером, що приведе до уникнення повторних включень виконавчого блока при буксуванні колісних пар, зниження динамічних крутних моментів тягових двигунів, поліпшення умов реалізації сил зчеплення, підвищення тягово-зчіпних властивостей локомотива та зменшення зносу бандажів коліс та рейок.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій для виявлення буксування колісних пар локомотива, який містить датчики струму і напруги тягових двигунів, підключених до входів відповідних диференціюючих блоків, елемент затримки, інвертор, логічний елемент кон'юнкції, виконавчий блок, а також задатчик інтервалів часу, перший та другий ключові елементи, виходи яких з'єднані з входами логічного елемента кон'юнкції, перший та другий інтегратори, перші входи яких з'єднані з виходами відповідних диференціюючих блоків, другі входи - з виходом елемента затримки, а виходи - відповідно через інвертор з одним із входів першого ключового елемента та безпосередньо з одним із входів другого ключового елемента, причому другі входи першого та другого ключових елементів і вхід елемента затримки підключені до задатчика інтервалів часу, згідно корисної моделі, пристрій забезпечено додатковим інвертором, додатковим логічним елементом кон'юнкції та тригером, встановлюючий вхід якого підключено до логічного елемента кон'юнкції, скидний вхід - до виходу додаткового логічного елемента кон'юнкції, а вихід - до входу виконавчого блока, причому перший вхід додаткового логічного елемента кон'юнкції через додатковий інвертор з'єднано з виходом другого інтегратора, а другий вхід - з виходом першого інтегратора.

Суть корисної моделі пояснюється ілюстративним матеріалом, де на Фіг.1 зображена блок-схема запропонованого пристрою, а на Фіг.2 - часові діаграми його роботи.

Пристрій для виявлення буксування колісних пар локомотива містить датчики струму і датчик напруги 2 тягових двигунів, підключених до входів відповідних диференціюючих блоків 3 і 4, виходи яких з'єднані з першими входами інтеграторів 5 і 6. Вихід інтегратора 5 через інвертор 7 з'єднано з першим входом першого ключового елемента 8, а вихід інтегратора 6 - безпосередньо з першим входом другого ключового елемента 9. Другі входи першого 5 та другого 6 інтеграторів з'єднані з виходом елемента затримки 10, вхід якого підключа-

но до виходу задатчика інтервалів часу 11 та других входів першого 8 і другого 9 ключових елементів, виходи яких з'єднані з входами логічного елемента кон'юнкції 12. Вихід першого інтегратора 5 також з'єднано з першим входом додаткового логічного елемента кон'юнкції 13, другий вхід якого підключено через додатковий інвертор 14 до виходу другого інтегратора 6.

Встановлюючий та скидний входи тригера 15 підключено відповідно до виходу логічного елемента кон'юнкції 12 і виходу додаткового логічного елемента кон'юнкції 13, а вихід тригера 15 - до входу виконавчого блока 16.

Описаний пристрій можна реалізувати як на напівпровідникових мікросхемах, так і у вигляді частини керуючої програми, занесеної до пам'яті мікропроцесора, котрий через електронні блоки з'єднується з системою керування тяговими електродвигунами локомотива. При цьому прикладне програмне забезпечення може бути розроблене за допомогою відомих систем програмування (MATLAB, Simulink та ін.).

Запропонований пристрій працює таким чином.

Сигнали I і U (див. Фіг.2-а, б) від датчиків 1 і 2 струму і напруги тягових двигунів надходять на входи відповідних диференціюючих блоків 3 і 4, на виходах яких з'являються сигнали dI/dt і dU/dt пропорційні похідним струму і напруги (див. Фіг.2-в, г). Далі сигнали з виходів диференціюючих блоків 3 і 4 надходять на перші входи першого 5 та другого 6 інтеграторів, в яких вони інтегруються на протязі періоду часу $0,9\tau$, заданого задатчиком інтервалів часу 11. Потім сигнали $\Delta I/\Delta t$ та $\Delta U/\Delta t$, які дорівнюють середнім значенням похідних dI/dt і dU/dt за період часу $0,9\tau$ (див. Фіг.2-в, г), надходять з виходів першого 5 та другого 6 інтеграторів до перших входів першого 8 та другого 9 ключових елементів, причому сигнал $\Delta I/\Delta t$ з виходу першого інтегратора 5 додатково проходить через інвертор 7, в якому змінюється його полярність. Зроблено це для того, щоб виявити ознаки буксування чи юза колісних пар шляхом розв'язання відомого логічного рівняння [див. Лисунов В.Н. Пути улучшения тяговых свойств и рационального использования сцепления локомотивов. Диссерт. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук. - Омск, 1986.-336 с.] за допомогою першого 8 і другого 9 ключових елементів та логічного елемента кон'юнкції 12:

$$\text{Sign}Z = \left(+ \frac{\Delta U}{\Delta t} \right) \wedge \left(- \frac{\Delta I}{\Delta t} \right) = 1, \quad (1)$$

де $\text{Sign}Z = 1$ - логічний сигнал ознаки буксування, котрий утворюється на виході логічного елемента кон'юнкції 12.

Для реалізації алгоритму виявлення ознаки буксування чи юза та синхронізації роботи всього пристрою вихідний сигнал задатчика інтервалів часу 11 подається на другі входи першого 8 та другого 9 ключових елементів, а також на вхід елемента затримки 10, вихідний сигнал якого подається на другі входи першого 5 та другого 6 інтеграторів. Згідно часової діаграми роботи пристрою (Фіг.2-д, е) видно, що періодично через проміжки часу $0,9\tau$ відкриваються виходи першого 8 та другого 9 ключових елементів імпульсами $0,1\tau$, під час

дії яких вихідні сигнали ключових елементів 8 і 9 подаються до входів логічного елемента кон'юнкції 12. Якщо у цей час струм у тяговому двигуні локомотива буде зменшуватись, тобто похідна dI/dt та її середнє значення $\Delta I/\Delta t$ будуть мати мінусовий знак і перевищувати значення $(-\Delta I_{cr})$, а також одночасно буде збільшуватись напруга на тяговому двигуні ($dU/dt > 0$ і $\Delta U/\Delta t > 0$), і середнє значення її похідної перевищить поріг $+\Delta U_{cr}$, то на виході логічного елемента кон'юнкції 12 з'явиться сигнал ознаки буксування $SignZ=1$. Він подається на встановлюючий вхід тригера 15 і спричиняє його ввімкнення, а також спрацьовування виконавчого блока 16, підключеного до виходу тригера 15. Виконавчий блок 16 почне діяти на систему керування тягового двигуна так, щоб припинити розвиток процесу буксування чи юза.

Згідно часової діаграми (див. Фіг.2), ознаки наявності буксування колісних пар виявляються через рівні проміжки часу τ , причому кожний цикл роботи пристрою починається зі скидання до нуля вихідних сигналів першого 5 та другого 6 інтеграторів за допомогою вихідного сигналу елемента затримки 10. В свою чергу, виконавчий блок 16 вимикається тригером 15 при подачі сигналу на його скидний вхід від додаткового логічного елемента кон'юнкції 13, входи якого з'єднані з виходом першого інтегратора 5 та через додатковий інвертор 14 - з виходом другого інтегратора 6. Тобто вимикання виконавчого блока 16 відбудеться тільки в тому випадку, коли процес розвитку буксування чи юза колісних пар надійно припиниться. Цей момент виявляється на виході додаткового логічного елемента кон'юнкції 13 шляхом розв'язання логічного рівняння такого виду:

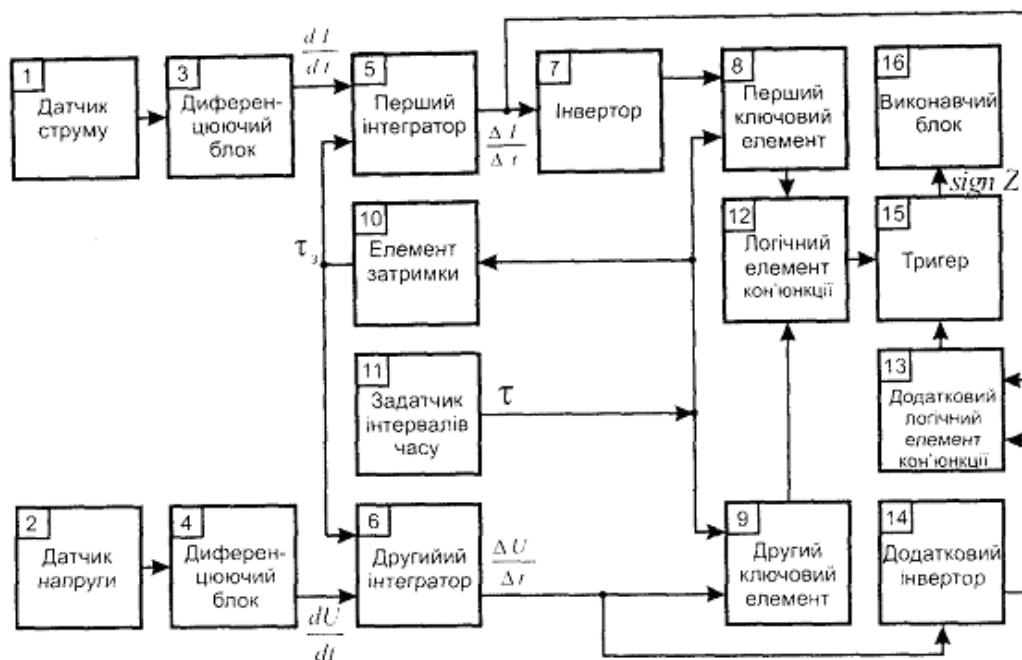
$$SignZ = \left(-\frac{\Delta U}{\Delta t} \right) \wedge \left(+\frac{\Delta I}{\Delta t} \right) = 0, \quad (2)$$

Отже вимикання виконавчого блока 16 виконується тільки тоді, коли напруга на тяговому двигуні почне зменшуватись ($\Delta U/\Delta t < 0$), а струм - зростати ($\Delta I/\Delta t > 0$). Крім цього необхідно, щоб середні значення похідних напруги і струму (див. Фіг.2) перевищили відповідні пороги спрацьовування ($\Delta U/\Delta t < -\Delta U_{cr}$ і $\Delta I/\Delta t > +\Delta I_{cr}$).

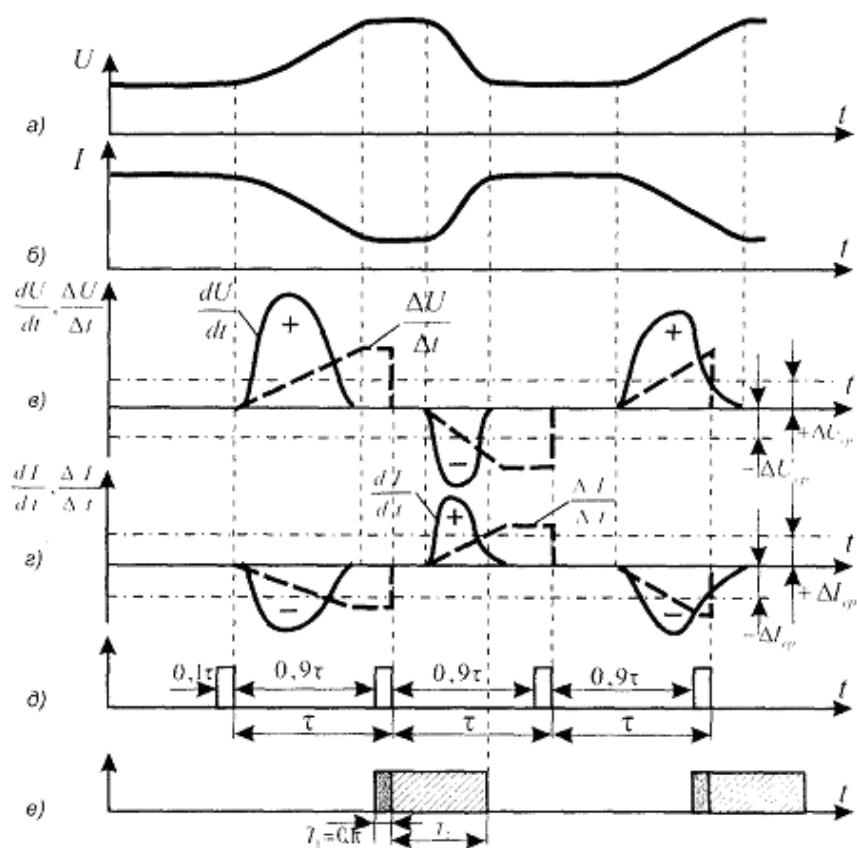
Крім цього, для захисту пристрою від хибних спрацьовувань при випадкових збуреннях або коливаннях струмів і напруги тягових двигунів вихідні сигнали диференціюючих блоків 3 і 4, котрі пропорційні похідним dI/dt і dU/dt , усереднюються першим 5 та другим 6 інтеграторами (відповідно $\Delta I/\Delta t$ і $\Delta U/\Delta t$), а період інтегрування сигналів τ від задатчика інтервалів 11 встановлюється з урахуванням вірогідної частоти збурень та необхідної швидкодії пристрою (0,2-0,5 сек.).

Таким чином, на відміну від прототипу, ввімкнене становище виконавчого блока 16 збільшується від $T1=0,1\tau$ до $T1+T2$ (див. Фіг.2-е), тобто адаптивно контролюється надійне припинення буксування чи юза колісних пар в залежності від стану поверхонь рейок. Це дозволяє уникнути повторних спрацьовувань пристрою, появи динамічних крутних моментів тягових двигунів і погіршення умов реалізації сил зчеплення та підвищити тягово-зчіпні властивості локомотива і зменшити знос бандажів коліс та рейок.

Економічний ефект від використання запропонованого пристрою досягається за рахунок підвищення на 2-3 відсотка тягового зусилля локомотива, зменшення на 3-5 відсотків зносу бандажів коліс та рейок, а також зниження на 0,1-0,2 відсотка витрат палива або електроенергії на тягу поїздів.



Фіг. 1



Фиг. 2