



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92776** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
B61C 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 14214	(72) Винахідник(и): Карий Михайло Олександрович (UA), Пічугін Андрій Владіславовіч (RU), Прохоренко Ніколай Васильєвіч (RU), Йозеф Чехура (CZ)
(22) Дата подання заявки: 05.12.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.09.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2014, Бюл.№ 17	(73) Власник(и): МАЛТЕНБУРГ ІНДАСТРІЗ ЛІМІТЕД, Poseidonos 1, Ledra Business Centre, Egkomi, 2406, Nicosia, Cyprus (CY)
	(74) Представник: Якобчук Олена Миколаївна, реєстр. №268

(54) ЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА ТЯГОВОГО АГРЕГАТУ

(57) Реферат:

Електрична система тягового агрегату містить електровоз керування та принаймні один тяговий думпкар, тяговий трансформатор, тягові двигуни, блок акумуляторних батарей, та додатково містить перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки, другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки. Перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, принаймні один інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В. Другий вихід, який призначений для живлення однофазним змінним струмом напругою 210-230 В, блок живлення акумуляторних батарей, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення блока акумуляторних батарей постійним струмом напругою 55-65 В. Другий вихід, який призначений для живлення постійним стабілізованим струмом напругою 50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В.

UA 92776 U

Корисна модель належить до транспортного машинобудування, зокрема до машинобудування залізничного транспорту.

У відкритих гірських розробках, в яких використовується залізничний транспорт, залізничні колії можуть мати великі підйоми (до 60 відсотків). Для переміщення вантажів в таких гірських розробках використовуються так звані тягові агрегати. Тягові агрегати це дво- чи трисекційні локомотиви, які складаються з електровоза управління і одного або двох тягових думпкарів (вагонів-самоскидів). Електровоз управління і тягові думпкари обладнані однаковими тяговими двигунами. Наявність в таких локомотивах тягових думпкарів дозволяє збільшити в два-три рази зчіпну вагу локомотивів, і відповідно, дозволяє включати до потягу більшу кількість навантажених вагонів.

Відомий тяговий агрегат типу ОПЭ1АМ, який призначений для експлуатації на залізничних коліях відкритих гірських розробках (дивитись "АГРЕГАТ ТЯГОВЫЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА БЕЗ АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ ТИПА ОПЭ1АМ. Руководство по эксплуатации ЗТП.003.070-01 РЭ1. Описание и работа". -2004.), та який складається із електровоза управління та двох тягових думпкарів, причому електровоз управління та тягові думпкари мають по чотири тягових двигуни, кожен з яких приводить у обертання одну колісну пару. Електрична система тягового агрегату типу ОПЭ1АМ містить тяговий трансформатор, що містить одну первинну обмотку, першу вторинну тягову обмотку, другу вторинну тягову обмотку та третю вторинну обмотку, тягові двигуни, блок акумуляторних батарей, два випрямно-регулюючих блоки із перемикачами, які призначені для перетворення змінного струму з виходу відповідної вторинної тягової обмотки у постійний струм, що подається на живлення тягових двигунів, і регулювання величини напруги цього постійного струму, зарядний пристрій акумуляторних батарей, який перетворює змінний струм з виходу третьої вторинної обмотки тягового трансформатора у постійний струм напругою 50 В, який подається на батарею живлення та на живлення інших електропристроїв.

Недоліком відомої електричної системи тягового агрегату є так звана групова схема живлення тягових двигунів, при якій до одного випрямно-регулюючого блока із перемикачами підключено шість тягових двигунів - у випадку необхідності регулювання сили тяги здійснюється зміна сили тяги одразу шести тягових двигунів, що у випадку необхідності різкого зменшення сили тяги одного тягового двигуна (наприклад, у випадку буксування або юзу коліс тягового агрегату) призводить до значного зменшення сили тяги усього тягового агрегату. Такий режим регулювання роботи тягових двигунів призводить до значних витрат електроенергії та зменшення ефективності експлуатації тягового агрегату.

Задачею корисної моделі є удосконалення електричної системи тягового агрегату.

Поставлена задача вирішується електричною системою тягового агрегату, причому тяговий агрегат складається із електровоза управління та принаймні одного тягового думпкара, яка містить тяговий трансформатор, що містить з одну первинну обмотку, першу вторинну тягову обмотку, другу вторинну тягову обмотку та необов'язково третю вторинну обмотку, тягові двигуни, блок акумуляторних батарей, перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки, другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки, причому кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків має два виходи та призначений для подання пульсуючого постійного струму на живлення двох тягових двигунів, регулювання оборотів тягових двигунів шляхом зміни частоти і величини напруги пульсуючого постійного струму та перемикання режимів роботи тягових двигунів, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, принаймні один інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трьохфазним змінним струмом напругою 380-400 В, має другий вихід, який призначений для живлення однофазним змінним струмом напругою 210-230 В, блок живлення акумуляторних батарей, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення блока акумуляторних батарей постійним струмом напругою 55-65 В, має другий вихід, який призначений для живлення постійним стабілізованим струмом напругою 50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В, причому вихід першої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом першого випрямно-стабілізаторного блока, вихід другої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом другого випрямно-стабілізаторного блока, вихід першого випрямно-стабілізаторного блока зв'язаний із входом кожного тягового перетворювально-регулюючого блока з першої групи тягових перетворювально-регулюючих блоків та із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, вихід другого випрямно-стабілізаторного блока зв'язаний із входом кожного тягового перетворювально-

регулюючого блока з другої групи тягових перетворювально-регулюючих блоків та із входом другого блока живлення допоміжного устаткування, виходи кожного із тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами двох тягових двигунів, виходи першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного

5 устаткування зв'язані між собою та із входами інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, інвенторного блока живлення для електроприладів та блока живлення акумуляторних батарей, перший вихід блока живлення акумуляторних батарей зв'язаний із входом блока акумуляторних батарей.

Крім того, електрична система тягового агрегату може містити принаймні один блок вхідного фільтру, який призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами в режимі електродинамічного гальмування, принаймні один блок тормозних резисторів, причому додатково вхід кожного із тягових двигунів зв'язаний із входом блока вхідного фільтру, перший вихід блока вхідного фільтру зв'язаний із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, другий вихід блока вхідного фільтру зв'язаний із входом

10 блока тормозних резисторів.

Крім того, електрична система тягового агрегату може містити мікропроцесорний блок керування, який керує елементами електричної системи тягового агрегату, основну цифрову шину CAN, дубльовану цифрову шину CAN, пульт керування з органами управління електронного типу, причому пульт керування з органами управління електронного типу зв'язаний лінією передачі сигналів із мікропроцесорним блоком керування, основна цифрова

20 шина CAN та дубльована цифрова шина CAN зв'язує між собою перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, інвенторний блок живлення для електроприладів, блок живлення акумуляторних батарей та мікропроцесорний блок керування.

25

Крім того, електрична система тягового агрегату може містити принаймні один датчик обертання колеса тягового агрегату, який зв'язаний із основною цифровою шиною CAN та дубльованою цифровою шиною CAN, мікропроцесорний блок керування містить блок електронного швидкостеміра і блок протидії буксування та юзу коліс тягового агрегату.

30

Крім того, мікропроцесорний блок керування може бути виконаний таким, що містить блок діагностування елементів електричної системи тягового агрегату.

Крім того, кожний із таких елементів електричної системи тягового електровозу як тяговий перетворювально-регулюючий блок, блок вхідного фільтру, блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення для електроприладів, може бути виконаний таким, що

35 містить автономну систему керування та діагностики.

Крім того, тяговий трансформатор, перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування та інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні можуть бути виконані такими, що при поданні на

40 первину обмотки змінного струму напругою 10000 В напруга змінного струму на виходах першої вторинної тягової обмотки та другої вторинної тягової обмотки складає 1900 В, напруга пульсуючого постійного струму на виходах першого випрямно-стабілізаторного блока та другого випрямно-стабілізаторного блока складає 1000 В, напруга постійного струму на виходах

45 першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування є стабільною та складає 600-625 В, напруга трьохфазного змінного струму на виходах інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні є стабільною та складає 380-400 В.

Крім того, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що містить два однакових тягових перетворювачів, входи тягових перетворювачів зв'язані із входом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід першого тягового перетворювача зв'язаний з першим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід другого тягового перетворювача зв'язаний з другим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, причому тягові перетворювачі виконані такими, що величина напруги

50 постійного струму на виходах тягових перетворювачів залежить лише від величини тяги, що задається, та є стабільною при поданні на вхід тягового перетворювально-регулюючого блока постійного струму напругою 1000-2000 В.

55

Крім того, принаймні один із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що кожний із виходів тягового перетворювально-регулюючого блока містить

вихід для живлення обмотки збудження тягового двигуна та вихід для живлення обмотки якорю тягового двигуна.

Крім того, тяговий перетворювально-регулюючий блок може бути виконаний таким, що може здійснювати живлення тягового двигуна у режимі послідовного збудження тягового двигуна або у режимі паралельного збудження тягового двигуна, або у режимі незалежного збудження тягового двигуна.

Крім того, блок вхідного фільтра може бути виконаний таким, що здатний рекуперувати надлишок електричної енергії, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування і не використаний електричною системою тягового агрегату, у контактну мережу залізниці.

Можливі приклади виконання корисної моделі показані далі за допомогою схем електричної системи тягового агрегату, зображених на фіг. 1 та фіг. 2.

Фіг. 1 - схема електричної системи тягового агрегату за першим варіантом виконання.

Фіг. 2 - схема електричної системи тягового агрегату за другим варіантом виконання.

За першим варіантом виконання (фіг. 1) показана електрична система тягового агрегату, який складається із електровоза управління та одного тягового думпкара, причому електровоз управління та тяговий думпкар мають по чотири тягових двигуни, кожен з яких приводить у обертання одну колісну пару. Електрична система тягового агрегату містить тяговий трансформатор (1), який містить первинну обмотку (2), першу вторинну тягову обмотку (3), другу вторинну тягову обмотку (4) та третю вторинну обмотку. Як тяговий трансформатор може бути використаний тяговий трансформатор, яким обладнують тягові агрегати типу ОПЭ1АМ або аналогічні тягові агрегати - ці тягові трансформатори включають в себе первинну обмотку, дві вторинні тягові обмотки та третю вторинну обмотку. У тягових агрегатах типу ОПЭ1АМ третя вторинна обмотка використовується для живлення змінним струмом електричних пристроїв допоміжного обладнання, зокрема, електродвигунів, що є у допоміжному обладнанні (це може бути електродвигун компресора, електродвигун вентилятора охолодження тягового двигуна, електродвигун оливного насоса тягового трансформатора тощо). У електричній системі тягового агрегату за корисною моделлю третя вторинна обмотка не використовується. Для фахівця зрозуміло, що як тяговий трансформатор також може бути використаний будь-який трансформатор, що містить первинну обмотку та тільки дві вторинні тягові обмотки.

На первинну обмотку тягового трансформатора подається змінний струм високої напруги. Змінний струм з виходу першої вторинної тягової обмотки подається на вхід першого випрямно-стабілізаторного блока (6), змінний струм з виходу другої вторинної тягової обмотки подається на вхід другого випрямно-стабілізаторного блока (7). Перший випрямно-стабілізаторний блок та другий випрямно-стабілізаторний блок призначені для перетворення змінного струму з виходу двох вторинних тягових обмоток у пульсуючий постійний струм із стабілізованою напругою.

Пульсуючий постійний струм з виходу першого випрямно-стабілізаторного блока подається на входи тягових перетворювально-регулюючих блоків (8) та (9), які складають першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків.

Пульсуючий постійний струм з виходу другого випрямно-стабілізаторного блока подається на входи тягових перетворювально-регулюючих блоків (10) та (11), які складають другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків.

Кожний тяговий перетворювально-регулюючий блок має два виходи та призначений для подання пульсуючого постійного струму на живлення двох тягових двигунів, регулювання оборотів тягових двигунів шляхом зміни частоти і величини напруги пульсуючого постійного струму та перемикання режимів роботи тягових двигунів, які можуть працювати у двох режимах - у режимі тяги та у режимі електродинамічного гальмування. Кожна група тягових перетворювально-регулюючих блоків управляє роботою однієї пари тягових двигунів електровозу управління та однієї пари тягових двигунів тягового думпкара.

Пульсуючий постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (8) подається на входи першої пари тягових двигунів електровозу управління (12) та (13). Пульсуючий постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (9) подається на входи першої пари тягових двигунів тягового думпкара (14) та (15).

Пульсуючий постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (10) подається на входи другої пари тягових двигунів електровозу управління (16) та (17). Пульсуючий постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (11) подається на входи другої пари тягових двигунів тягового думпкара (18) та (19).

У випадку, коли тяговий агрегат буде складатись із електровоза управління та двох тягових думпкарів, кожна група тягових перетворювально-регулюючих блоків буде складатись із трьох

тягових перетворювально-регулюючих блоків, які будуть управляти роботою однієї пари тягових двигунів електровоза управління та двох пар тягових двигунів тягових думпкарів.

Таке виконання ланцюга живлення тягових двигунів, що складається із випрямно-стабілізаторного блока та тягового перетворювально-регулюючого блока дозволяє стабілізувати та точно регулювати параметри струму, який подається на живлення тягових двигунів, що у свою чергу дозволяє точно регулювати силу тяги або силу електродинамічного гальмування, яка створюється тяговим двигуном в залежності від режиму роботи, і одночасно точно регулювати обороти тягового двигуна. Виконання такої схеми живлення тягових двигунів, при якій кожний тяговий перетворювально-регулюючий блок управляє роботою двох тягових двигунів, у випадку буксування та юзу коліс однієї колісної пари або двох поряд розташованих колісних пар дозволяє точно змінювати силу тяги та обороти всього двох тягових двигунів без зміни сили тяги та оборотів інших тягових двигунів. Все зазначене призводить до підвищення ефективності роботи тягового агрегату та зменшення витрат електроенергії під час руху потягу.

Як один із варіантів, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що містить два однакових тягових перетворювачів, входи тягових перетворювачів зв'язані із входом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід першого тягового перетворювача зв'язаний з першим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід другого тягового перетворювача зв'язаний з другим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, причому тягові перетворювачі виконані такими, що величина напруги постійного струму на виходах тягових перетворювачів залежить лише від величини тяги, що задається та є стабільною при поданні на вхід тягового перетворювально-регулюючого блока постійного струму напругою 1000-2000 В.

За одним із варіантів виконання корисної моделі, принаймні один із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що кожний із виходів тягового перетворювально-регулюючого блока містить вихід для живлення обмотки збудження тягового двигуна та вихід для живлення обмотки якоря тягового двигуна, та може бути виконаний таким, що може здійснювати живлення тягового двигуна у режимі послідовного збудження тягового двигуна або у режимі паралельного збудження тягового двигуна або у режимі незалежного збудження тягового двигуна.

Тяговий двигун містить обмотку якоря тягового двигуна та обмотку збудження тягового двигуна. Обмотка якоря тягового двигуна та обмотка збудження тягового двигуна мають окремі входи із двома контактами на кожному вході - таким чином вхід тягового двигуна містить вхід для обмотки якоря тягового двигуна та вхід обмотки збудження тягового двигуна. В залежності від того, як ці обмотки взаємно підключені до живлення, розрізняють різні режими збудження тягового двигуна, в якому буде працювати тяговий двигун - є режим послідовного збудження тягового двигуна, є режим паралельного збудження тягового двигуна та є режим незалежного збудження тягового двигуна. Ці режими збудження тягового двигуна описані у літературі та відомі фахівцям у даній галузі техніки.

У режимі послідовного збудження тягового двигуна обмотка якоря тягового двигуна та обмотка збудження повинні бути підключені послідовно - для цього необхідно з'єднати між собою один контакт входу обмотки якоря тягового двигуна та один контакт входу обмотки збудження тягового двигуна. У режимі паралельного збудження тягового двигуна обмотка якоря тягового двигуна та обмотка збудження повинні бути підключені до живлення паралельно - для цього необхідно з'єднати перший контакт входу обмотки якоря тягового двигуна із першим контактом входу обмотки збудження тягового двигуна та з'єднати другий контакт входу обмотки якоря тягового двигуна із другим контактом входу обмотки збудження тягового двигуна. У режимі незалежного збудження тягового двигуна живлення обмотки якоря тягового двигуна та живлення обмотки збудження тягового двигуна повинно здійснюватись незалежно - для цього на обмотку збудження тягового двигуна та обмотку якоря тягового двигуна подається два окремих живлення.

Виконання тягового перетворювально-регулюючого блока таким, що містить вихід для живлення обмотки збудження тягового двигуна та вихід для живлення обмотки передбачає, що:

у випадку необхідності експлуатації тягового двигуна у режимі послідовного збудження тягового двигуна тяговий перетворювально-регулюючий блок буде з'єднувати між собою один контакт входу обмотки якоря тягового двигуна та один контакт входу обмотки збудження тягового двигуна;

у випадку необхідності експлуатації тягового двигуна у режимі паралельного збудження тягового двигуна тяговий перетворювально-регулюючий блок буде з'єднувати перший контакт входу обмотки якоря тягового двигуна із першим контактом входу обмотки збудження тягового

двигуна та буде з'єднувати другий контакт входу обмотки якоря тягового двигуна із другим контактом входу обмотки збудження тягового двигуна;

у випадку необхідності експлуатації тягового двигуна у режимі незалежного збудження тягового двигуна тяговий перетворювально-регулюючий блок буде подавати два окремих живлення на обмотку збудження тягового двигуна та обмотку якоря тягового двигуна.

При певних фазах руху потяга використання кожного із режимів збудження тягового двигуна має певні переваги та недоліки - ці переваги та недоліки описані у літературі, тому у даному описі вони не наведені. Для одної із фаз руху потяга доцільно використовувати один режим збудження тягового двигуна, для іншої фази руху потяга доцільно використовувати інший режим збудження тягового двигуна.

Виконання тягового перетворювально-регулюючого блока таким, що містить вихід для живлення обмотки збудження тягового двигуна та вихід для живлення обмотки якоря тягового двигуна, дозволяє здійснювати живлення тягового двигуна у режимі послідовного збудження тягового двигуна або у режимі паралельного збудження тягового двигуна, або у режимі незалежного збудження тягового двигуна та дозволяє вибирати той режим збудження тягового двигуна, який для даної фази руху потяга буде оптимальним.

За одним із варіантів виконання корисної моделі електрична система тягового агрегату може містити принаймні один блок вхідного фільтра, який призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами в режимі електродинамічного гальмування, та принаймні один блок гальмівних резисторів, причому додатково вхід кожного із тягових двигунів зв'язаний із входом блока вхідного фільтра, перший вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, другий вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом блока гальмівних резисторів. Зазначені з'єднання не є постійними, вони є комутованими - в залежності від режиму, в якому працюють тягові двигуни. Тягові двигуни можуть працювати у режимі тяги або у режимі електродинамічного гальмування. Коли необхідно, щоб тягові двигуни працювали у режимі тяги то входи тягових двигунів з'єднують із виходами тягових перетворювально-регулюючих блоків, коли необхідно, щоб тягові двигуни працювали у режимі електродинамічного гальмування, то входи тягових двигунів з'єднують із входом блока вхідного фільтра.

Блок вхідного фільтра призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, та виконаний таким, що має перший вихід та другий вихід. Перший вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, другий вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом блока гальмівних резисторів.

Струм тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, з входів тягових двигунів надходить на вхід блока вхідного фільтра та подається на перший вихід вхідного фільтра, з якого надходить на вхід першого блока живлення допоміжного устаткування. Так як входи блоків живлення допоміжного устаткування та входи тягових перетворювально-регулюючих блоків з'єднані між собою, то у цьому випадку тягові двигуни відповідно є джерелом електричної енергії, необхідної для живлення електричної системи тягового агрегату.

Блок вхідного фільтра може бути виконаний таким, що здатний рекуперувати надлишок електричної енергії, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування і не використаний електричною системою тягового агрегату, у контактну мережу залізниці. Тому при руху тягового агрегату у режимі електродинамічного гальмування живлення електричної системи тягового агрегату можливі два варіанти використання електричного струму, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування.

За першим варіантом використання електричного струму, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, електрична система тягового агрегату від контактної мережі залізниці відключається і живлення електричної системи тягового агрегату здійснюють струмом тягових двигунів. У випадку, коли кількість електричної енергії, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, перевищує потреби електричної системи тягового агрегату, надлишок електричної енергії подається на другий вихід блока вхідного фільтра, з якого струм тягових двигунів надходить на вхід блока гальмівних резисторів та поглинається тормозними резисторами у блоці гальмівних резисторів.

За другим варіантом використання електричного струму, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, живлення електричної системи тягового агрегату здійснюють струмом тягових двигунів. У випадку, коли кількість електричної енергії, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування, перевищує

потреби електричної системи тягового агрегату, надлишок електричної енергії рекуперується шляхом його подання у контактну мережу залізниці.

Застосування блока вхідного фільтра із зазначеними характеристиками дозволяє здійснити рекуперацію електричної енергії під часу руху тягового агрегату у режимі електродинамічного гальмування та зменшити витрати електричної енергії у контактній мережі залізниці.

Пульсуючий постійний струм з виходу першого випрямно-стабілізаторного блока також подається на вхід першого блока живлення допоміжного устаткування (20), пульсуючий постійний струм з виходу другого випрямно-стабілізаторного блока також подається на вхід другого блока живлення допоміжного устаткування (21). Виходи першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування зв'язані між собою. Перший блок живлення допоміжного устаткування та другий блок живлення допоміжного устаткування призначені для зниження напруги постійного струму та створення єдиної лінії живлення електричних пристроїв допоміжного устаткування, до яких, зокрема, належить такі електричні пристрої та електричні прилади як електродвигуни, акумуляторні батареї, електроприлади освітлення та обігріву, електронні пристрої радіозв'язку та навігації тощо.

Електрична система містить блок акумуляторних батарей (22), який є резервним джерелом живлення електронних пристроїв та дає у випадку необхідності постійний струм напругою 48-50 В. Вхід блока акумуляторних батарей зв'язаний із першим виходом блока живлення акумуляторних батарей (23). Блок живлення акумуляторних батарей виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення блока акумуляторних батарей постійним струмом напругою 55-65 В, має другий вихід (24), який призначений для живлення постійним стабілізованим струмом напругою 50 В, та має третій вихід (25), який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В. Тяговий агрегат оснащений різними електронними пристроями та електричними пристроями, для роботи яких необхідне живлення постійним струмом напругою 50 В або напругою 24 В. Для тягового агрегату типу ОПЭ1АМ живлення блока акумуляторних батарей та електронних пристроїв здійснювалось постійним струмом напругою 50 В. Така напруга постійного струму на вході у блок акумуляторних батарей є недостатньою для підтримання акумуляторних батарей у зарядженому стані, що призводило до зменшення строку експлуатації акумуляторних батарей. Подання на живлення блока акумуляторних батарей постійного струму напругою 55-65 В підвищує строк експлуатації акумуляторних батарей. Виконання блока живлення акумуляторних батарей із двома виходами, що дають постійний стабілізований струм напругою 50 В та напругою 24 В, дозволяє за потреби оснащувати тяговий агрегат будь-якими електронними пристроями та електричними пристроями, незалежно від того, яка напруга необхідна для живлення зазначених пристроїв.

Тягові агрегати обладнані допоміжним устаткуванням, яке забезпечує належну роботу тягового агрегату та основних елементів електричної системи тягового агрегату - наприклад тяговий агрегат може бути обладнаний компресором для створення стиснутого повітря, вентиляторами охолодження тягових двигунів, оливним насосом охолодження тягового трансформатора тощо. Зазначене допоміжне устаткування містить такі електричні пристрої як електродвигуни. Електрична система тягового агрегату містить інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні (26), який перетворює постійний струм з виходів першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування у трифазний змінний струм напругою 380-400 В, який подається на живлення електродвигуна. Для фахівця зрозуміло, що електрична система тягового агрегату може містити стільки інвенторних блоків живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, скільки електродвигунів використовується у допоміжному устаткуванні.

Для живлення побутових електроприладів, які можуть застосовуватись у кабіні тягового агрегату (наприклад, кондиціонера, електричного обігрівача, світильник тощо) електрична система тягового агрегату містить інвенторний блок живлення для електроприладів (27), який виконаний таким, що має перший вихід (28), який призначений для живлення трьохфазним змінним струмом напругою 380-400 В, та має другий вихід (29), який призначений для живлення однофазним змінним струмом напругою 210-230 В.

За другим варіантом виконання (фіг. 2) показана електрична система тягового агрегату, яка додатково містить мікропроцесорний блок керування (30), пульт керування з органами управління електронного типу (31), основну цифрову шину CAN (32) та дубльовану цифрову шину CAN (33). Пульт керування з органами управління електронного типу зв'язаний лінією передачі сигналів із мікропроцесорним блоком керування. Мікропроцесорний блок керування контролює роботу елементів електричної системи тягового агрегату та за сигналами із пульта керування і власними програмами управляє роботою елементів електричної системи тягового агрегату, а також надає інформацію про стан елементів електричної системи тягового агрегату

за допомогою пристрою відображення інформації (яким може бути комп'ютерний дисплей або інформаційне табло). Основна цифрова шина CAN та дубльована цифрова шина CAN зв'язує між собою перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, інвенторний блок живлення для електроприладів, блок живлення акумуляторних батарей та мікропроцесорний блок керування. Сигнал із кожного із зазначених елементів електричної системи одночасно потрапляє у основну цифрову шину CAN та дубльовану цифрову шину CAN та надходить у мікропроцесорний блок керування - таке дублювання передачі сигналів підвищує надійність керування роботою електричної системи тягового агрегату.

Електрична система тягового агрегату може містити додатково принаймні один датчик обертання колеса тягового агрегату, який зв'язаний із основною цифровою шиною CAN та дубльованою цифровою шиною CAN. Наявність датчика обертання колеса тягового агрегату підвищує точність регулювання оборотів тягового двигуна та дозволяє визначити виникнення небезпечного режиму роботи коліс тягового агрегату - режиму буксування або юзу коліс тягового агрегату.

Як один із варіантів виконання корисної моделі, мікропроцесорний блок керування може бути виконаний такий, що містить принаймні один із таких блоків як:

блок електронного швидкостеміра;

блок протидії буксування та юзу коліс тягового агрегату;

блок діагностування елементів електричної системи тягового агрегату. Наявність зазначених блоків у мікропроцесорному блоці керування дозволяє здійснювати автоматичне керування роботи електричної системи тягового агрегату у випадку виникнення небезпечних ситуацій, що підвищує безпеку експлуатації тягового агрегату.

Як один із варіантів виконання корисної моделі, кожний із таких елементів електричної системи промислового електровозу як тяговий перетворювально-регулюючий блок, блок вхідного фільтра, блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення для електроприладів, може бути виконаний таким, що містить автономну систему керування та діагностики. Таке виконання зазначених елементів електричної системи промислового електровоза дозволяє безперервно отримувати інформацію про стан роботи елементів електричної системи промислового електровоза, відображати цю інформацію у режимі реального часу за допомогою пристрою відображення інформації (яким може бути комп'ютерний дисплей або інформаційне табло), зберігати цю інформацію за допомогою пристроїв зберігання протягом певного часу. Така інформація може бути корисною як для поточного контролю роботи елементів електричної системи промислового електровозу, так і для аналізу роботи елементів електричної системи промислового електровозу у випадку розслідування аварійних ситуацій.

Наведені приклади виконання корисної моделі лише ілюструють корисну модель, але не обмежують її.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Електрична система тягового агрегату, що містить електровоз керування та принаймні один тяговий думпкар, тяговий трансформатор, який містить одну первинну обмотку, першу вторинну тягову обмотку, другу вторинну тягову обмотку та необов'язково третю вторинну обмотку, тягові двигуни, блок акумуляторних батарей, яка **відрізняється** тим, що додатково містить перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки, другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, що містить принаймні два тягових перетворювально-регулюючих блоки, причому кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків має два виходи та призначений для подання пульсуючого постійного струму на живлення двох тягових двигунів, регулювання оборотів тягових двигунів шляхом зміни частоти і величини напруги пульсуючого постійного струму та перемикання режимів роботи тягових двигунів, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, принаймні один інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В, має другий вихід, який призначений для живлення однофазним змінним струмом напругою 210-230 В, блок живлення акумуляторних батарей, який виконаний таким, що має перший вихід, який

призначений для живлення блока акумуляторних батарей постійним струмом напругою 55-65 В, має другий вихід, який призначений для живлення постійним стабілізованим струмом напругою 50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В, причому вихід першої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом першого випрямно-стабілізаторного блока, вихід другої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом другого випрямно-стабілізаторного блока, вихід першого випрямно-стабілізаторного блока зв'язаний із входом кожного тягового перетворювально-регулюючого блока з першої групи тягових перетворювально-регулюючих блоків та із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, вихід другого випрямно-стабілізаторного блока зв'язаний із входом кожного тягового перетворювально-регулюючого блока з другої групи тягових перетворювально-регулюючих блоків та із входом другого блока живлення допоміжного устаткування, виходи кожного із тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами двох тягових двигунів, виходи першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування зв'язані між собою та із входами інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, інвенторного блока живлення для електроприладів та блока живлення акумуляторних батарей, перший вихід блока живлення акумуляторних батарей зв'язаний із входом блока акумуляторних батарей.

2. Електрична система тягового агрегату за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково містить принаймні один блок вхідного фільтра, який призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами в режимі електродинамічного гальмування, принаймні один блок гальмівних резисторів, причому додатково вхід кожного із тягових двигунів зв'язаний із входом блока вхідного фільтра, перший вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом першого блока живлення допоміжного устаткування, другий вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом блока гальмівних резисторів.

3. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1, 2, яка **відрізняється** тим, що додатково містить мікропроцесорний блок керування, який керує елементами електричної системи тягового агрегату, основну цифрову шину CAN, дубльовану цифрову шину CAN, пульт керування з органами керування електронного типу, причому пульт керування з органами керування електронного типу зв'язаний лінією передачі сигналів із мікропроцесорним блоком керування, основна цифрова шина CAN та дубльована цифрова шина CAN зв'язує між собою перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, інвенторний блок живлення для електроприладів, блок живлення акумуляторних батарей та мікропроцесорний блок керування.

4. Електрична система тягового агрегату за п. 3, яка **відрізняється** тим, що додатково містить принаймні один датчик обертання колеса тягового агрегату, який зв'язаний із основною цифровою шиною CAN та дубльованою цифровою шиною CAN, мікропроцесорний блок керування містить блок електронного швидкостеміра і блок протидії буксування та юзу коліс тягового агрегату.

5. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 3, 4, яка **відрізняється** тим, що мікропроцесорний блок керування містить блок діагностування елементів електричної системи тягового агрегату.

6. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 3-5, яка **відрізняється** тим, що кожний із таких елементів електричної системи тягового агрегату як тяговий перетворювально-регулюючий блок, блок вхідного фільтра, блок живлення допоміжного устаткування, інвенторний блок живлення для електроприладів, виконаний таким, що містить автономну систему керування та діагностики.

7. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-6, яка **відрізняється** тим, що тяговий трансформатор, перший випрямно-стабілізаторний блок, другий випрямно-стабілізаторний блок, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування та інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні виконані такими, що при поданні на первину обмотку змінного струму напругою 10000 В напруга змінного струму на виходах першої вторинної тягової обмотки та другої вторинної тягової обмотки складає 1900 В, напруга пульсуючого постійного струму на виходах першого випрямно-стабілізаторного блока та другого випрямно-стабілізаторного блока складає 1000 В, напруга постійного струму на виходах першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування є стабільною та складає 600-625 В, напруга трифазного змінного струму на виходах інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні є стабільною та складає 380-400 В.

8. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-7, яка **відрізняється** тим, що кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків виконаний таким, що містить два однакових тягових перетворювачі, входи тягових перетворювачів зв'язані із входом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід першого тягового перетворювача зв'язаний з
5 першим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, вихід другого тягового перетворювача зв'язаний з другим виходом тягового перетворювально-регулюючого блока, причому тягові перетворювачі виконані такими, що величина напруги постійного струму на виходах тягових перетворювачів залежить лише від величини тяги, що задається, та є стабільною при поданні на вхід тягового перетворювально-регулюючого блока постійного
10 струму напругою 1000-2000 В.
9. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-8, яка **відрізняється** тим, що принаймні один із тягових перетворювально-регулюючих блоків виконаний таким, що кожний із виходів тягового перетворювально-регулюючого блока містить вихід для живлення обмотки збудження тягового двигуна та вихід для живлення обмотки якоря тягового двигуна.
- 15 10. Електрична система тягового агрегату за п. 9, яка **відрізняється** тим, що тяговий перетворювально-регулюючий блок виконаний з можливістю здійснювати живлення тягового двигуна у режимі послідовного збудження тягового двигуна або у режимі паралельного збудження тягового двигуна, або у режимі незалежного збудження тягового двигуна.
- 20 11. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-10, яка **відрізняється** тим, що блок вхідного фільтра виконаний з можливістю рекуперувати надлишок електричної енергії, що виробляється тяговими двигунами у режимі електродинамічного гальмування і не використаний електричною системою тягового агрегату, у контактну мережу залізниці.

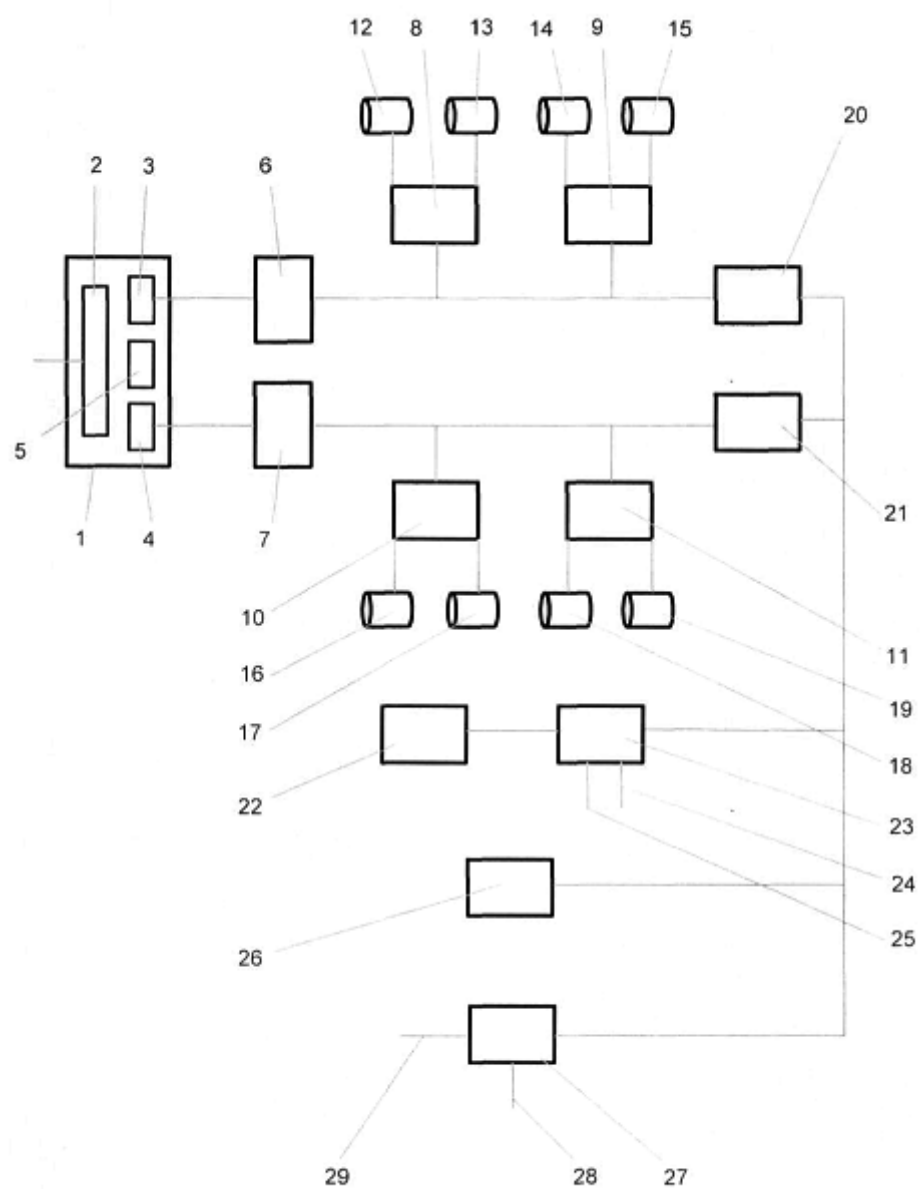
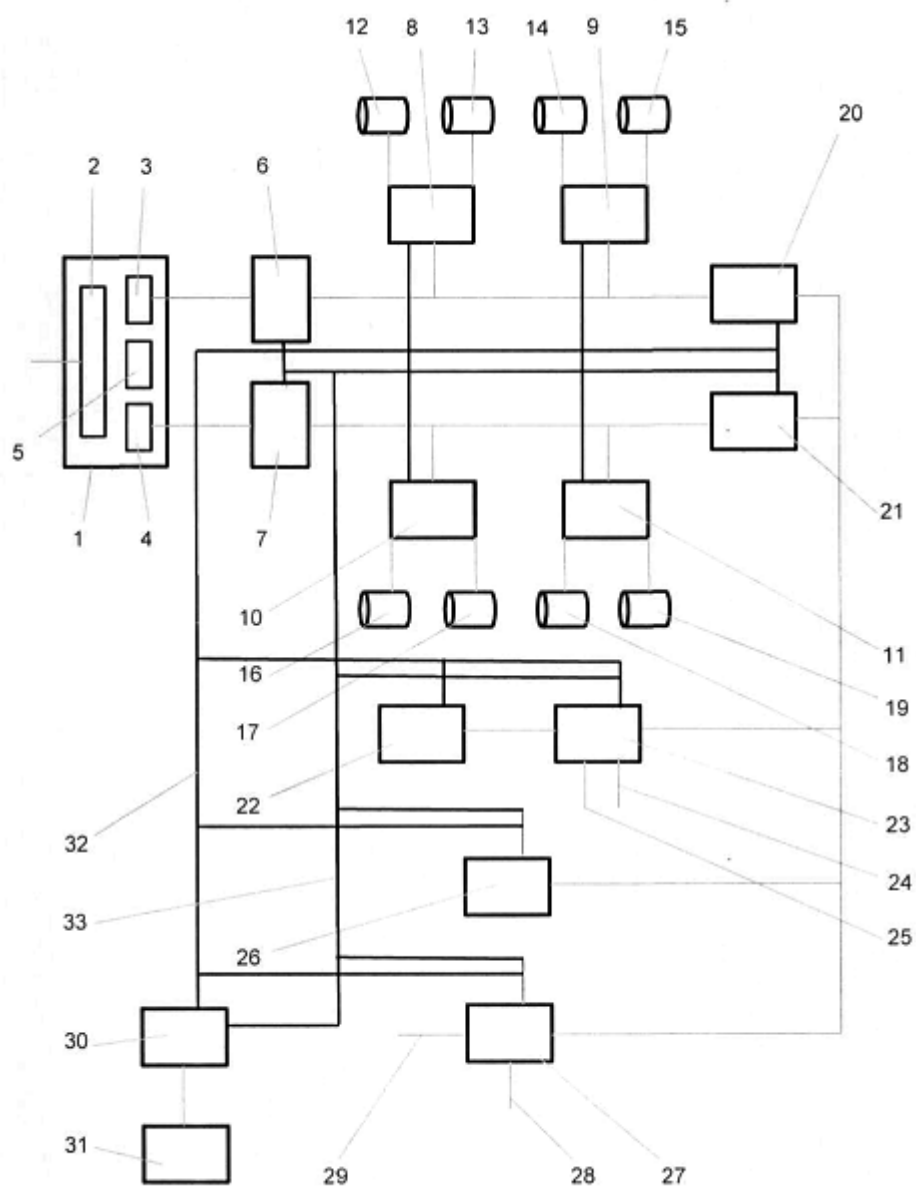


Fig. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601