



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92777** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
B61C 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 14215	(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 тяговий агрегат, що складається із електровоза керування та принаймні одного тягового думпкара, яка містить тягові двигуни, принаймні один блок гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей та додатково містить 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. Принаймні один інвенторний блок живлення для електроприладів, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В, та 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 48-50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В.

UA 92777 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 керування і одного або двох тягових думпкарів (вагонів-самоскидів). Електровоз керування 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 ПЭ2-У, який призначений для експлуатації на залізничних коліях відкритих гірських розробках (дивитись "АГРЕГАТ ТЯГОВЫЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА БЕЗ АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ ТИПА ПЭ2-У. Руководство по эксплуатации РЭ1. Описание и работа".-1994.), та який складається із електровоза керування та двох тягових думпкарів.

Електрична система тягового агрегату типу ПЭ2-У містить тягові двигуни, блок гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей, зарядний пристрій акумуляторних батарей, який містить генератор і електродвигун та який на виході дає постійний струм напругою 50 В. Постійний струм напругою 50 В з виходу зарядного пристрою акумуляторних батарей подається на живлення блока акумуляторних батарей, а також на живлення різноманітних електроприладів, які необхідні для нормального функціонування тягового агрегату (наприклад, пристрої радіозв'язку, пристрої навігації, пристрої світлотехнічного обладнання, пристрої керування тощо). Джерелом живлення електричної системи тягового агрегату типу ПЭ2-У є контактна мережа електрифікованої залізниці із напругою постійного струму 1500 В або 3000 В.

Електровоз керування та тягові думпкари мають по чотири тягових двигуни, кожен із тягових двигунів приводить у обертання одну колісну пару. Колісні пари розташовано на колісних візках - на кожному колісному візку розташовано дві колісні пари, та, відповідно, розташовано два тягових двигуни. Тягові двигуни, що розташовані на одному колісному візку, завжди електрично з'єднані між собою послідовно, утворюючи пару з'єднаних тягових двигунів (далі під терміном "пара з'єднаних тягових двигунів" буде розумітись два тягових двигуни, які розташовані на одному колісному візку та які електрично з'єднані послідовно). Тому важливою особливістю живлення тягових двигунів є те, що живлення подається на пару з'єднаних тягових двигунів.

Тяговий агрегат типу ПЭ2-У може рухатись у випадку живлення від контактної мережі залізниці напругою постійного струму 1500 В із максимальною швидкістю 14 км/год., у випадку живлення від контактної мережі залізниці напругою постійного струму 3000 В - до 30 км/год. Перехід тягового агрегату на живлення від контактної мережі з однією напругою на контактну мережу з другою напругою здійснюється шляхом послідовного (для напруги 3000 В) або паралельного (для напруги 1500 В) включення пар з'єднаних тягових двигунів. Регулювання потужності та швидкості тягового агрегату здійснюється регулюванням сили постійного струму, який подається на живлення кожної пари з'єднаних тягових двигунів.

Для гальмування тягового агрегату типу ПЭ2-У може використовувати такий вид гальмування як електродинамічне (реостатне) гальмування - у випадку необхідності гальмування тягові двигуни перемикають у режим генерації струму, при цьому струм, що виробляється тяговими двигунами при електродинамічному гальмуванні, подається у блок гальмівних резисторів, де він поглинається гальмівними резисторами, при цьому електрична енергія витрачається на нагрівання гальмівних резисторів. Сила електродинамічного гальмування регулюється шляхом вмикання у електричний ланцюг та вимикання з електричного ланцюгу гальмівних резисторів у блоці гальмівних резисторів. Таким же чином регулюється сила тяги (і відповідно швидкість) при розгоні та русі тягового агрегату.

Недоліками відомої електричної системи тягового агрегату є складність керування роботою тягового агрегату, значні втрати електричної енергії як під час розгону тягового агрегату, так і під час його електродинамічного гальмування, неможливість точного регулювання потужності тягового агрегату і точного регулювання потужності окремого тягового двигуна, низька надійність роботи тягового агрегату.

Складність керування роботою тягового агрегату та значні втрати електричної енергії як під час розгону тягового агрегату, так і під час його електродинамічного гальмування виникають через те, що регулювання потужності тягового агрегату здійснюється шляхом вмикання у електричний ланцюг та вимикання з електричного ланцюгу резисторів у блоці гальмівних резисторів - тому виникає необхідність у великій кількості вимикачів та перемикачів, а використання резисторів для регулювання параметрів струму, що подається на живлення пари з'єднаних тягових двигунів, призводить до значних втрат електричної енергії, яка витрачається

на нагрівання резисторів як під час розгону тягового агрегату, так і під час електродинамічного гальмування тягового агрегату.

Неможливість точного регулювання потужності тягового агрегату пов'язана із тим, що при заявлених номінальних значеннях напруги постійного струму в контактній мережі електрифікованої залізниці у 1500 В реальна величина напруги постійного струму може коливатися у межах від 1000 В до 2000 В, при номінальному значенні напруги у 3000 В - реальна величина напруги постійного струму може коливатися від 2100 до 4100 В. Такі коливання величини напруги постійного струму у контактній мережі можуть призводити до значних коливань тяги, яку розвивають тягові двигуни, що відповідно теж збільшує втрати електричної енергії.

Неможливість точного регулювання потужності окремого тягового двигуна пов'язана із тим, що тягові двигуни, що розташовані на одному колісному візку, завжди електрично з'єднані послідовно, та, в залежності від напруги у контактній мережі залізниці, завжди є послідовне або паралельне включення пар з'єднаних тягових двигунів на живлення до контактної мережі залізниці - відповідно регулювання тяги можна здійснювати тільки у групі тягових двигунів.

Неможливе точне регулювання величини тяги окремого тягового двигуна, у випадку необхідності регулювання сили тяги здійснюється зміна сили тяги одразу двох 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, крім того, у випадку виходу з ладу обмотки одного із тягових двигунів не буде працювати і другий тяговий двигун. Тому у випадку виходу з ладу обмотки всього одного із чотирьох тягових двигунів електровозу керування або тягового думпкару, максимально можлива тяга електровоза керування або тягового думпкару одразу зменшується на 50 відсотків.

Задачею корисної моделі є удосконалення електричної системи тягового агрегату шляхом зміни елементів електричної системи.

Поставлена задача вирішується електричною системою тягового агрегату, причому тяговий агрегат складається із електровоза керування та принаймні одного тягового думпкара, яка містить тягові двигуни, принаймні один блок гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей, 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 виконаний таким, що має два незалежних один від одного виходи, які призначені для незалежного живлення постійним струмом двох тягових двигунів і регулювання оборотів цих тягових двигунів шляхом зміни величини сили постійного струму, принаймні один блок вхідного фільтра, який призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами в режимі електродинамічного гальмування, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, принаймні один інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, принаймні один інвенторний блок живлення для електроприладів, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В, та 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 48-50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В, причому входи усіх тягових перетворювально-регулюючих блоків, вхід першого блока живлення допоміжного устаткування та вхід другого блока живлення допоміжного устаткування зв'язані між собою, виходи тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами тягових двигунів таким чином, що кожний із виходів тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язаний із входом одного із тягових двигунів і живлення кожного із тягових двигунів є незалежним від живлення іншого тягового двигуна, 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, 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.

Крім того, електрична система тягового агрегату може містити мікропроцесорний блок керування, який керує елементами електричної системи тягового агрегату, основну цифрову шину CAN, дублювальну 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 дублювальна цифрова шина CAN зв'язує між собою кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків, блок вхідного фільтра, 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.

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

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 агрегату 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.

Крім того, 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 вхід першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування постійного струму напругою 1000-4100 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.

Крім того, кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що містить два однакових тягових перетворювача, 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 1000-4100 В.

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 якоря тягового двигуна.

Крім того, 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.

Крім того, 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.

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 керування та одного тягового думпкара, причому електровоз керування та тяговий думпкар мають по чотири тягових двигуна, кожен із тягових двигунів приводить у обертання одну колісну пару. Електрична система тягового агрегату містить такі елементи як:

тягові перетворювально-регулюючі блоки (1) і (2), які складають першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, та тягові перетворювально-регулюючі блоки (3) і (4), які складають другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків;

першу пару тягових двигунів електровоза керування (5) і (6), першу пару тягових двигунів тягового думпкара (7) і (8), другу пару тягових двигунів електровоза керування (9) і (10) та другу пару тягових двигунів тягового думпкара (11) і (12);

перший блок живлення допоміжного устаткування (13) та другий блок живлення допоміжного устаткування (14);

перший блок вхідного фільтра (15) та другий блок вхідного фільтра (16);

блок акумуляторних батарей (17);

блок живлення акумуляторних батарей (18);

інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні (21);

інвенторний блок живлення для електроприладів (22);

перший блок гальмівних резисторів (29) та другий блок гальмівних резисторів (30).

Постійний струм від контактної мережі електрифікованої проводом (31) подається на входи тягових перетворювально-регулюючих блоків (1), (2), (3), (4). Кожний тяговий перетворювально-регулюючий блок має два незалежних один від одного виходи та призначений для подання постійного струму на живлення двох тягових двигунів і регулювання оборотів тягових двигунів шляхом зміни величини сили струму постійного струму. Тягові перетворювально-регулюючі блоки (1) і (2) складають першу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків, тягові перетворювально-регулюючі блоки (3) і (4) складають другу групу тягових перетворювально-регулюючих блоків.

Кожна група тягових перетворювально-регулюючих блоків управляє роботою однієї пари тягових двигунів електровоза керування та однієї пари тягових двигунів тягового думпкара. Постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (1) подається на входи першої пари тягових двигунів електровоза керування (5) і (6). Постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (2) подається на входи першої пари тягових двигунів тягового думпкара (7) і (8). Постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (3) подається на входи другої пари тягових двигунів електровоза керування (9) і (10). Постійний струм з виходів тягового перетворювально-регулюючого блока (4) подається на входи другої пари тягових двигунів тягового думпкара (11) і (12).

У випадку, коли тяговий агрегат буде складатись із електровоза керування 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 керування та двох пар тягових двигунів двох тягових думпкарів.

Тягові перетворювально-регулюючі блоки 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 1000-4100 В.

Як один із варіантів, кожен із тягових перетворювально-регулюючих блоків може бути виконаний таким, що містить два однакових тягових перетворювача, причому 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.

Виходи тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами тягових двигунів таким чином, що кожний із виходів тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язаний із входом одного із тягових двигунів і живлення кожного із тягових двигунів є незалежним від живлення іншого тягового двигуна.

Застосування тягових перетворювально-регулюючих блоків із зазначеними вище характеристиками, виконання тягових перетворювально-регулюючих блоків із двома незалежним один від одного виходами, спрощує керування тяговим агрегатом, так як дозволяє легко і точно регулювати тягу будь-якого окремого тягового двигуна незалежно від інших тягових двигунів, і відповідно дозволяє точно регулювати тягу тягового агрегату (наприклад, у випадку буксування або юзу однієї колісної пари можна зменшити тягу тягового двигуна, що приводить у обертання цю колісну пару, і відповідно збільшити тягу інших тягових двигунів - таким чином можна підтримувати тягу тягового агрегату на постійному необхідному рівні). Крім того, застосування тягових перетворювально-регулюючих блоків виключає витрати електричної енергії у блоці гальмівних резисторів при розгоні тягового агрегату, що відповідно значно

зменшує втрати електричної енергії під час руху тягового агрегату (приблизно на 30-40 % менше у порівнянні із втратами електричної енергії під час руху тягового агрегату типу ПЭ2-У).

Ще одним результатом застосуванням тягових перетворювально-регулюючих блоків є підвищення надійності роботи тягового агрегату - у випадку виходу з ладу одного із чотирьох тягових двигунів електровоза керування або тягового думпкару, максимально можлива тяга електровоза керування або тягового думпкару зменшується лише на 25 відсотків.

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 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.

Тяговий двигун містить обмотку якорю тягового двигуна та обмотку збудження тягового двигуна. Обмотка якорю 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 якорю 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 потягу буде оптимальним.

Входи першого блока живлення допоміжного устаткування (13) та другого блока живлення допоміжного устаткування (14) зв'язані із входами тягових перетворювально-регулюючих блоків. Постійний струм від контактної мережі електрифікованої залізниці, який подається на входи тягових перетворювально-регулюючих блоків, також подається на вхід першого блока живлення допоміжного устаткування (13) та на вхід другого блока живлення допоміжного устаткування (14). 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, відносяться такі електричні пристрої та електричні прилади як інвертори електродвигунів вентиляторів та компресорів, блок живлення акумуляторних батарей, інвенторний блок живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В та однофазним змінним струмом напругою 210-230 В. Перший блок живлення допоміжного устаткування та другий блок живлення допоміжного устаткування можуть бути виконані такими, що при поданні на вхід першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування постійного струму напругою 1000-4100 В напруга постійного струму на виходах першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування є стабільною та складає 600-625 В.

Застосування блоків живлення допоміжного устаткування дозволяє створити єдину шину живлення електричних пристроїв допоміжного устаткування напругою постійного струму приблизно 600 В, застосування двох блоків живлення допоміжного устаткування підвищує надійність роботи тягового агрегату (у випадку виходу з ладу одного із блоків живлення допоміжного устаткування, інший працюючий блок живлення допоміжного устаткування забезпечить живлення електричних пристроїв допоміжного устаткування).

Вхід будь-якого тягового двигуна з'єднаний із виходом якого-небудь тягового перетворювально-регулюючого блока та з'єднаний із входом блока вхідного фільтра. Входи тягових двигунів (5) і (6) з'єднані із виходами тягового перетворювально-регулюючого блока (1) та із входом вхідного фільтра (15), входи тягових двигунів (7) і (8) з'єднані із виходами тягового перетворювально-регулюючого блока (2) та із входом вхідного фільтра (15), входи тягових двигунів (9) і (10) з'єднані із виходами тягового перетворювально-регулюючого блока (3) та із входом вхідного фільтра (16), входи тягових двигунів (11) і (12) з'єднані із виходами тягового перетворювально-регулюючого блока (4) та із входом вхідного фільтра (16). 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.

Виходи тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами тягових двигунів таким чином, що живлення кожного із тягових двигунів здійснюється незалежно від живлення іншого тягового двигуна. Таке виконання дозволяє регулювати тягу окремого тягового двигуна незалежно від інших тягових двигунів.

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 У даному прикладі (фіг.1, фіг.2) електрична система тягового агрегату містить два блоки вхідних фільтрів (15) і (16). Перший вихід блока вхідного фільтра (15) зв'язаний із входом першого блока живлення допоміжного устаткування (13), другий вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом блока гальмівних резисторів (29), перший вихід блока вхідного фільтра (16) зв'язаний із входом другого блока живлення допоміжного устаткування (14), другий вихід блока вхідного фільтра зв'язаний із входом блока гальмівних резисторів (30).

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 русі 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 гальмівними 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.

Електрична система містить блок акумуляторних батарей (17), 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 (18). 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 (19), який призначений для живлення постійним стабілізованим струмом напругою 48-50 В, та має третій вихід (20), який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В.

Сучасні локомотиви оснащують численними електричними пристроями та електронними пристроями, які необхідні для безпечного функціонування локомотивів (наприклад, пристрої радіозв'язку, пристрої навігації, пристрої світлотехнічного обладнання, пристрої керування тощо) та які мають стандартизоване живлення постійним струмом напругою 48 В та 24 В. Для тягового агрегату типу ПЭ2-У 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 трьома виходами, що дають постійний струм напругою 55-65 В, стабілізований струм напругою 48-50 В та постійним струм напругою 24 В, дозволяє за потреби оснащувати тяговий агрегат будь-якими електронними пристроями та електричними пристроями, необхідними для безпечного функціонування тягового агрегату і для живлення яких необхідний постійний струм напругою 48 В або 24 В.

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, вентиляторів охолодження тягових двигунів тощо. Зазначене допоміжне устаткування містить такі електричні пристрої як електродвигуни. Електрична система тягового агрегату містить інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні (21), який перетворює постійний струм з виходів першого блока живлення допоміжного устаткування напругою та другого блока живлення допоміжного устаткування напругою 600-625 В у трьохфазний 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.

Застосування інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні із зазначеними характеристиками дозволяє за потреби оснащувати тяговий

агрегат будь-якими електричними приладами із живленням трифазним змінним струмом 380 В або однофазним змінним струмом 220 В. 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 (22), який виконаний таким, що має перший вихід (23), який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В, та має другий вихід (24), який призначений для живлення однофазним змінним струмом напругою 210-230 В. Застосування інвенторного блока живлення для електроприладів із зазначеними характеристиками дозволяє за потреби оснащувати тяговий агрегат будь-якими електричними приладами із живленням трифазним змінним струмом 380 В або однофазним змінним струмом 220 В.

Для надійного функціонування електричної системи тягового агрегату бажано, щоб перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування та інвенторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні були виконані такими, що при поданні на вхід першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування постійного струму напругою 1000-4100 В напруга постійного струму на виходах першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування була стабільною та складала 600-625 В, напруга трифазного змінного струму на виходах інвенторного блока живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні складає 380-400 В.

За другим варіантом виконання (фіг. 2) показана електрична система тягового агрегату, яка додатково містить мікропроцесорний блок керування (25), пульт керування з органами керування електронного типу (26), основну цифрову шину CAN (27) та дублювальну цифрову шину CAN (28). Пульт керування з органами керування 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 дублювальна цифрова шина CAN зв'язує між собою 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 дублювальну цифрову шину CAN, та надходить у мікропроцесорний блок керування - таке дублювання передачі сигналів підвищує надійність керування роботою електричної системи тягового агрегату.

Застосування в електричній системі тягового агрегату мікропроцесорного блока керування, пульта керування з органами керування електронного типу, основної цифрової шини CAN та дублювальної цифрової шини CAN дозволяє підвищити оперативність контролю за роботою електричної системи тягового агрегату, своєчасно виявляти несправності елементів електричної системи тягового агрегату, спростити керування роботою тягового агрегату, запобігати виникненню нештатних і небезпечних ситуацій при експлуатації тягового агрегату, і відповідно підвищити надійність та безпеку експлуатації 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 дублювальною 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 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 електровоза 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 електровоза 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 тяговий агрегат, що складається із електровоза керування та принаймні одного тягового думпкара, яка містить тягові двигуни, принаймні один блок гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей, яка **відрізняється** тим, що додатково містить 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 виконаний таким, що має два незалежних один від одного виходи, які призначені для незалежного живлення постійним струмом двох тягових двигунів і регулювання оборотів цих тягових двигунів шляхом зміни величини сили струму постійного струму, принаймні один блок вхідного фільтра, який призначений для розподілення струму тягових двигунів, що виробляється тяговими двигунами в режимі електродинамічного гальмування, перший блок живлення допоміжного устаткування, другий блок живлення допоміжного устаткування, принаймні один інвентарний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні, принаймні один інвенторний блок живлення для електроприладів, який виконаний таким, що має перший вихід, який призначений для живлення трифазним змінним струмом напругою 380-400 В, та 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 48-50 В, та має третій вихід, який призначений для живлення постійним струмом напругою 24 В, причому входи усіх тягових перетворювально-регулюючих блоків, вхід першого блока живлення допоміжного устаткування та вхід другого блока живлення допоміжного устаткування зв'язані між собою, виходи тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язані із входами тягових двигунів таким чином, що кожний із виходів тягових перетворювально-регулюючих блоків зв'язаний із входом одного із тягових двигунів і живлення кожного із тягових двигунів є незалежним від живлення іншого тягового двигуна, 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, 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 мікропроцесорний блок керування, який керує елементами електричної системи тягового агрегату, основну цифрову шину CAN, дублювальну 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 дублювальна цифрова шина CAN зв'язує між собою кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків, блок вхідного фільтра, 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.

3. Електрична система тягового агрегату за п. 2, яка **відрізняється** тим, що додатково містить принаймні один датчик обертання колеса тягового агрегату, який зв'язаний із основною цифровою шиною CAN та дублювальною цифровою шиною CAN, мікропроцесорний блок керування містить блок електронного швидкостеміра і блок протидії буксуванню та юзу коліс тягового агрегату.

4. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 2, 3, яка **відрізняється** тим, що мікропроцесорний блок керування містить блок діагностування елементів електричної системи тягового агрегату.

5. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 2-4, яка **відрізняється** тим, що кожний із таких елементів електричної системи тягового електровоза 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.

6. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що 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 входи першого блока живлення допоміжного устаткування та другого блока живлення допоміжного устаткування постійного струму напругою 1000-4100 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.

7. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-6, яка **відрізняється** тим, що кожний із тягових перетворювально-регулюючих блоків містить два однакових тягових перетворювача, 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 1000-4100 В.

8. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-7, 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.

9. 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.

10. Електрична система тягового агрегату за будь-яким із пп. 1-9, 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.

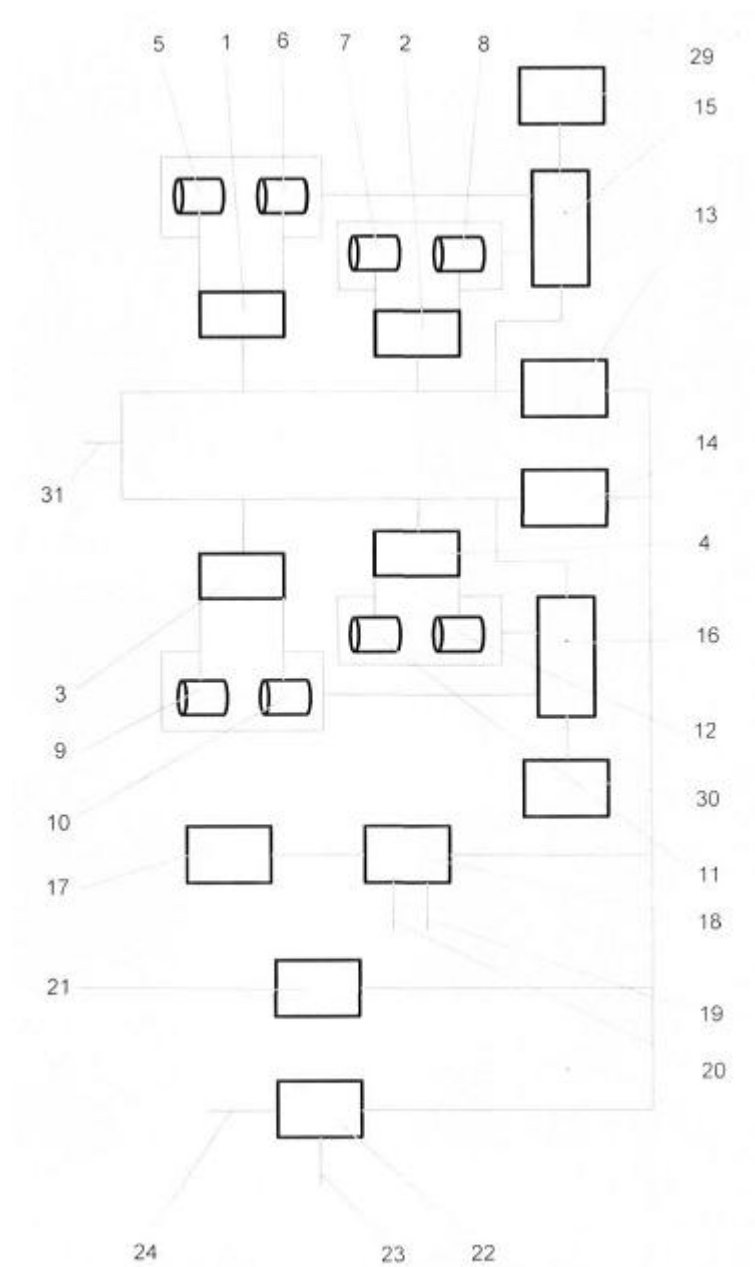
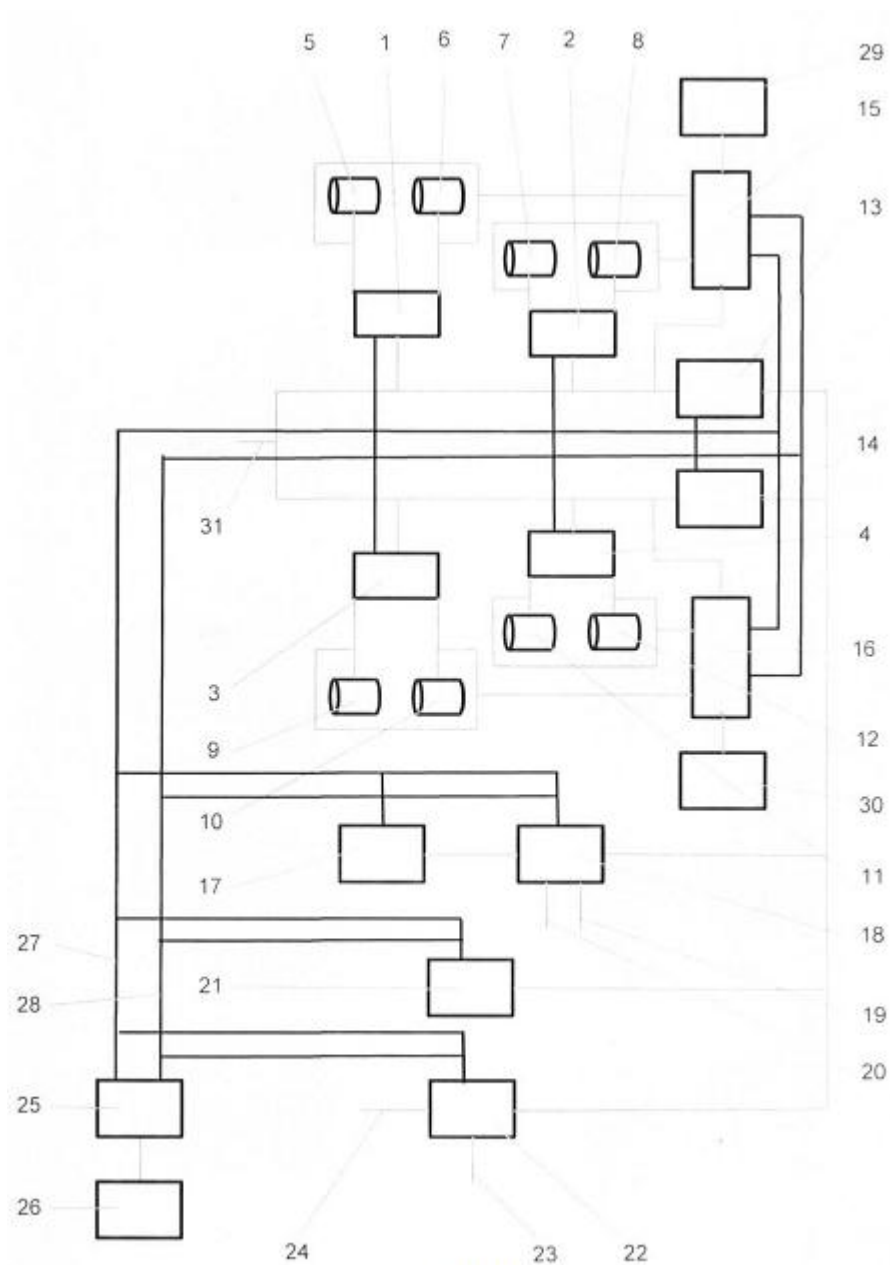


Fig. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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