



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92301** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**B60L 9/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2014 02400</b>	(72) Винахідник(и): <b>Гривнак Андрій Ярославович (UA), Повійчук Борис Павлович (UA), Горфункель Марк Аронович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.03.2014</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.08.2014</b>	(73) Власник(и): <b>ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАУКОВО- ВИРОБНИЧИЙ КОМПЛЕКС "ЕЛЕКТРОВОЗООБУДУВАННЯ", вул. Орбітальна, 13, м. Дніпропетровськ, 49068 (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.08.2014, Бюл.№ 15</b>	

## (54) ЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА ТЯГОВОГО АГРЕГАТУ

### (57) Реферат:

Електрична система тягового агрегату містить тяговий трансформатор з первинною та вторинними обмотками, тягові двигуни, блоки гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей. Додатково містить випрямно-інверторні блоки, реактори, регулятори-обмежувачі струму якоря тягових двигунів, регулятори-обмежувачі струму гальмівних резисторів, регульований випрямляч напруги обмотки власних потреб, інвертори живлення трифазних двигунів допоміжного устаткування, блок резервування та живлення, блок живлення акумуляторних батарей, блок живлення окремого допоміжного устаткування однофазним змінним струмом, дворівневу систему керування тяговим агрегатом.

UA 92301 U

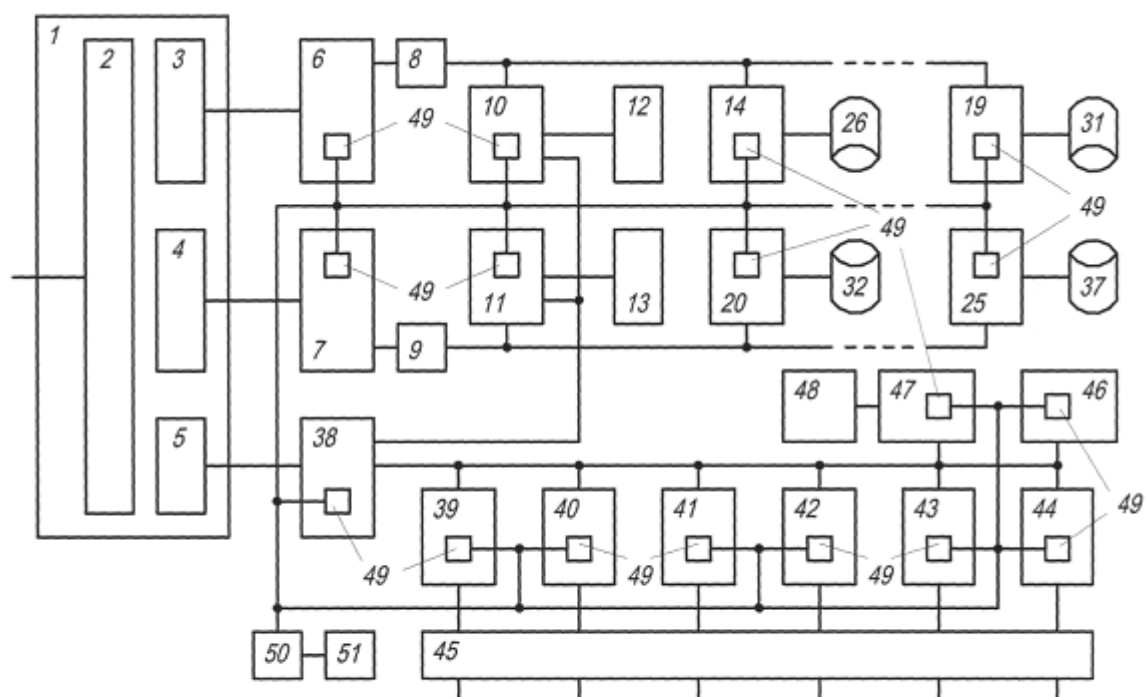


Fig.

Корисна модель належить до промислового залізничного транспорту, а саме до тягових агрегатів, які складаються з електровоза управління та принаймні одного моторного думпкара.

Відомий тяговий агрегат змінного струму типу ОПЕ1АМ [Агрегат тяговый переменного тока без автономного питания типа ОПЭ1АМ. Руководство по эксплуатации ЗТП.003.052 РЭ. Описание и работа / ГП "НПК "Электровозостроение", 2004], електрична система якого містить тяговий трансформатор, що знижує напругу контактної мережі, випрямні напівпровідникові блоки, що перетворюють змінний струм у постійний (пульсуючий) та забезпечують його регулювання по величині напруги, тягові двигуни, сполучені в дві групи по шість паралельно включених двигунів в кожній, при цьому кожна група двигунів живиться від своєї випрямної установки, а також апаратуру захисту тягових двигунів в аварійних режимах і комутуючу апаратуру, що забезпечує зміну режиму роботи і напрямку руху.

Недоліком відомої електричної системи тягового агрегату є групова схема живлення тягових двигунів, при якій до одного випрямного регулюючого блока із перемикачами підключено шість тягових двигунів, а у випадку необхідності регулювання сили тяги здійснюється зміна сили тяги одразу дванадцяти тягових двигунів, що при 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. Іншим недоліком електричної системи тягового агрегату ОПЕ1АМ є можливість живлення за рахунок гальмівної енергії тільки частки двигунів допоміжних механізмів (компресорів) при електричному гальмуванні з самозбудженням тягових двигунів після зняття напруги в контактній мережі під час руху із сталою швидкістю на ухилі.

Відомо також технічне рішення електричної системи тягового агрегату по патенту України на корисну модель № 82911 [патент України № 82911, МПК В61С 3/00, 2013]. Ця електрична система містить тяговий трансформатор, що знижує напругу контактної мережі, тягові двигуни, блок акумуляторних батарей, випрямно-стабілізаторні блоки, тягові перетворювально-регулюючі блоки, кожний з яких призначений для подання пульсуючого постійного струму на живлення двох тягових двигунів, регулювання обертів тягових двигунів шляхом зміни частоти і величини напруги пульсуючого постійного струму та перемикання режимів роботи тягових двигунів, блоки живлення допоміжного устаткування, інверторний блок живлення і керування електродвигуном у допоміжному устаткуванні.

Схема живлення тягових двигунів у цьому технічному рішенні дозволяє зменшити кількість тягових двигунів, які регулюються одночасно з дванадцяти до двох, залишаючи таким чином групове керування.

До того ж, застосування напруги з виходів випрямно-стабілізаторних блоків для живлення допоміжного устаткування у тяговому режимі веде до зменшення енергії, яка може бути застосована для тяги.

Крім того, ця модель не пропонує можливості гальмування з рекуперацією енергії до контактної мережі. Також це технічне рішення передбачає наявність на виходах блоків живлення допоміжного устаткування напруги 600-625 В постійного струму, що потребує застосування приводів допоміжного устаткування з посиленою ізоляцією, а це збільшує вартість вказаного устаткування.

Задачею корисної моделі, що пропонується, є удосконалення електричної системи тягового агрегату за рахунок забезпечення можливості:

- індивідуального керування тяговим двигуном незалежно від інших;
- електричного гальмування з рекуперацією енергії до контактної мережі;
- застосування енергії електричного гальмування для живлення усього допоміжного устаткування у разі зняття напруги в контактній мережі;
- забезпечення живлення інверторних блоків допоміжного устаткування напругою постійного струму з рівнем, що потребують двигуни допоміжного устаткування, і таким чином дозволяє використання двигунів без посиленої ізоляції.

Ця задача вирішується за рахунок того, що електрична система, яка містить тяговий трансформатор з первинною та вторинними обмотками, тягові двигуни, блоки гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей, також містить випрямно-інверторні блоки, призначені для перетворення змінного струму з тягових обмоток трансформатора у постійний струм у режимі тяги та перетворення постійного струму в змінний у режимі електричного гальмування з рекуперацією енергії до контактної мережі, а також його регулювання по величині напруги, реактори, призначені для зменшення пульсацій струму після випрямно-інверторних блоків, регулятори-обмежувачі (транзисторні переривачі) струму якоря тягових двигунів, які дозволяють регулювати струм тягового двигуна у режимах тяги та електричного гальмування незалежно від

інших двигунів, блоки гальмівних резисторів, регулятори-обмежувачі струму гальмівних резисторів, що мають додатковий вихід для відбору енергії електричного гальмування, регульований випрямляч напруги обмотки власних потреб, що має додатковий вхід який дозволяє отримувати енергію електричного гальмування у разі зняття напруги в контактній мережі, для живлення інверторних блоків напругою постійного струму з рівнем, що потребують двигуни допоміжного устаткування, блок живлення акумуляторних батарей, що забезпечує стабілізацію струму заряду на потрібному рівні та обмеження напруги на рівні, що запобігає виникненню процесів газоутворення у застосованій акумуляторній батареї, а також забезпечує живлення кіл керування потрібною напругою, інвертори живлення трифазних двигунів допоміжного устаткування, які забезпечують регулювання частоти та величини вихідної напруги в залежності від потрібної швидкості обертання, блок резервування та живлення, який надає можливість живлення двигунів допоміжного устаткування у разі виходу з ладу будь-якого інвертора та забезпечує можливість приєднання зовнішніх джерел живлення інверторів та двигунів допоміжного устаткування, блок живлення окремого допоміжного устаткування однофазним змінним струмом напругою 220 В, дворівнева система керування тяговим агрегатом, яка на нижньому рівні через окремі контролери здійснює локальне автоматичне регулювання кожного перетворювача електричної системи, а на верхньому рівні керування - через програмно-апаратний комплекс здійснює визначення режимів роботи і функції загального керування електричною системою та забезпечує взаємодію між контролерами, між контролерами і оператором, а також візуалізацію процесу регулювання електричною системою за допомогою пристрою відображення інформації (графічного дисплею).

На кресленні зображена схема запропонованої електричної системи тягового агрегату.

Тяговий агрегат складається з електровоза управління та (наприклад) двох моторних думпкарів, кожна з складових одиниць якого має по чотири тягових двигуна, кожен з яких приводить в обертання одну колісну пару.

Електрична система тягового агрегату містить тяговий трансформатор 1 з первинною 2 та вторинними 3, 4, 5 обмотками, випрямно-інверторні блоки 6, 7, реактори 8, 9, регулятори-обмежувачі струму гальмівних резисторів 10, 11, блоки гальмівних резисторів 12, 13, регулятори-обмежувачі струму якоря тягових двигунів 14...25, тягові двигуни 26...37, регульований випрямляч напруги обмотки власних потреб 38, інвертори живлення електродвигунів допоміжного устаткування (компресорів, вентиляторів, тощо) 39...44, блок резервування та живлення 45, блок живлення окремого допоміжного устаткування 46, блок живлення акумуляторної батареї 47, акумуляторна батарея 48, дворівнева система керування тяговим агрегатом - нижній рівень керування 49, дворівнева система керування тяговим агрегатом - верхній рівень керування 50, пристрій (один чи декілька) відображення інформації (графічний дисплей) 51.

Елементи блоків можуть розміщуватися компактно або розрізнено.

Всі елементи конструкції системи можуть бути виготовлені з використанням існуючої апаратури та відомих у машинобудуванні технологій.

Електрична система працює наступним чином.

На первинну обмотку 1 тягового трансформатора 2 подається змінний струм високої напруги. Змінний струм з виходу першої вторинної тягової обмотки 3 подається на вхід першого випрямно-інверторного блока 6, змінний струм з виходу другої вторинної тягової обмотки 4 подається на вхід другого випрямно-інверторного блока 7. Постійний струм з виходу першого випрямно-інверторного блока через реактор 8 подається на входи першої групи тягових регуляторів-обмежувачів (транзисторних переривачів) струму якоря 14...19 тягових двигунів 26...31. Постійний струм з виходу другого випрямно-інверторного блока через реактор 9 подається на входи другої групи тягових регуляторів-обмежувачів (транзисторних переривачів) струму якоря 20...25 тягових двигунів 32...37. Тобто, з кожного регулятора-обмежувача 14...25 на відповідний тяговий двигун 26...37. Під час роботи тягових двигунів 26...37 у режимі електричного гальмування струм якоря через регулятори-обмежувачі 14...25 та реактори 8, 9, відповідно, подається на випрямно-інверторні блоки 6, 7 і далі через обмотки 3, 4 та обмотку 2 тягового трансформатора 1 до контактної мережі. Таке виконання ланцюга живлення тягових двигунів дозволяє точно регулювати силу тяги або силу електричного гальмування, які створюються кожним тяговим двигуном в залежності від режиму роботи, і, відповідно, оберти кожного тягового двигуна. Все зазначене призводить до підвищення ефективності роботи тягового агрегату та зменшення витрат електроенергії під час руху потяга. В свою чергу регулятори-обмежувачі струму якоря 14...19 тягових двигунів 26...31 з'єднані з входами регулятора-обмежувача струму 10 гальмівних резисторів 12, а регулятори-обмежувачі струму якоря 20...25 тягових двигунів 32...37 з'єднані з входами регулятора-обмежувача струму 11

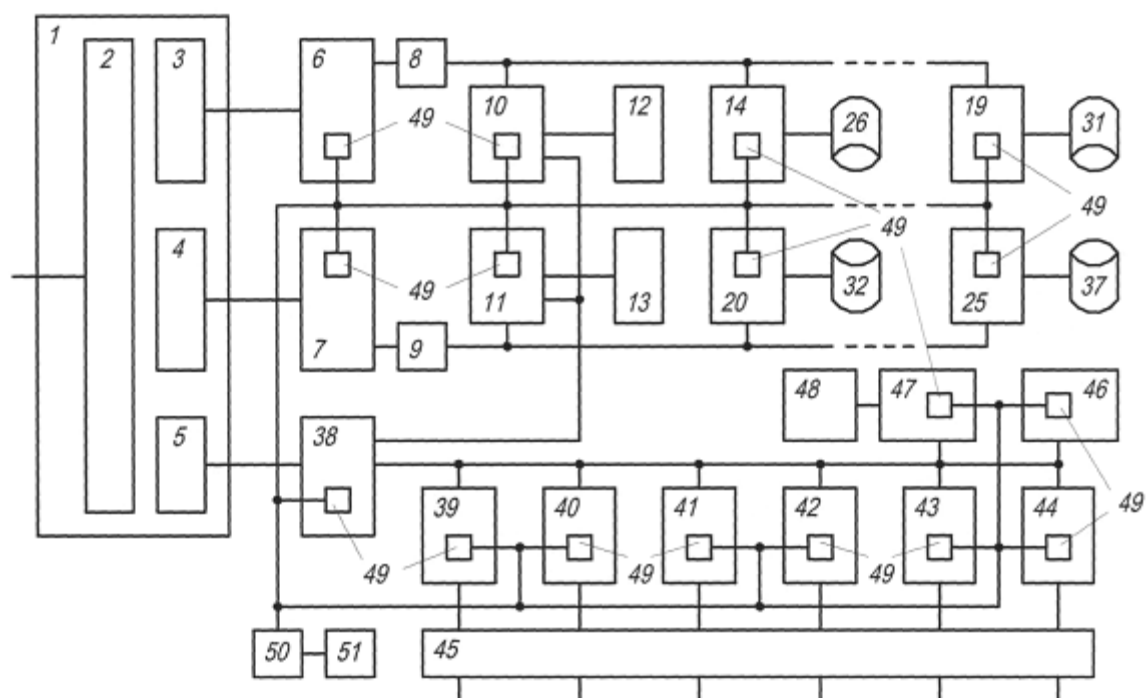
гальмівних резисторів 13. Виходи регуляторів-обмежувачів струму 10, 11 пов'язані із входом відповідних блоків гальмівних резисторів 12, 13 та водночас з додатковим входом регульованого випрямляча напруги обмотки власних потреб 38 для живлення допоміжного устаткування у разі зняття напруги в контактній мережі. Напруга з виходу третьої вторинної обмотки власних потреб 5 подається на вхід регульованого випрямляча напруги обмотки власних потреб 38, з виходу якого регульована напруга подається до єдиної лінії живлення електричних пристроїв: інверторів 39...44, блок живлення окремого допоміжного устаткування 46, блок 47 живлення акумуляторної батареї 48 та кіл керування, та інші електричні пристрої та прилади. Надійність роботи допоміжного устаткування (компресорів, вентиляторів, тощо) забезпечується живленням їх від інверторів через блок резервування та живлення 45. Електрична система містить також дворівневу систему керування тяговим агрегатом, яка на нижньому рівні через окремі контролери 49 здійснює локальне автоматичне регулювання кожного перетворювача електричної системи, а на верхньому рівні керування - через програмно-апаратний комплекс 50 здійснює визначення режимів роботи і функції загального керування електричною системою та забезпечує взаємодію між контролерами, між контролерами і оператором, а також візуалізацію процесу регулювання електричною системою за допомогою пристрою відображення інформації (графічного дисплею) 51.

Ця удосконалена електрична система дає можливість індивідуального керування будь-яким тяговим двигуном незалежно від інших тягових двигунів, електричного гальмування з рекуперацією енергії до контактної мережі, забезпечує застосування енергії гальмування для живлення усього допоміжного устаткування у разі зняття напруги в контактній мережі та надає можливість живлення інверторних блоків допоміжного устаткування напругою постійного струму з рівнем, що потребують двигуни допоміжного устаткування.

Таким чином, технічна задача по удосконаленню електричної системи тягового агрегату вирішена.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Електрична система тягового агрегату, що містить тяговий трансформатор з первинною та вторинними обмотками, тягові двигуни, блоки гальмівних резисторів, блок акумуляторних батарей, яка **відрізняється** тим, що також містить випрямно-інверторні блоки, реактори, регулятори-обмежувачі струму якоря тягових двигунів, регулятори-обмежувачі струму гальмівних резисторів, регульований випрямляч напруги обмотки власних потреб, інвертори живлення трифазних двигунів допоміжного устаткування, блок резервування та живлення, блок живлення акумуляторних батарей, блок живлення окремого допоміжного устаткування однофазним змінним струмом, дворівневу систему керування тяговим агрегатом, при цьому, вихід першої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом першого випрямно-інверторного блока, вихід другої вторинної тягової обмотки зв'язаний із входом другого випрямно-інверторного блока, вихід першого випрямно-інверторного блока зв'язаний із входом першого реактора, вихід другого випрямно-інверторного блока зв'язаний із входом другого реактора, вихід першого реактора зв'язаний із входом першого регулятора-обмежувача струму гальмівних резисторів та входами регуляторів-обмежувачів струму якоря тягових двигунів першої групи, вихід другого реактора зв'язаний із входом другого регулятора-обмежувача струму гальмівних резисторів та входами регуляторів-обмежувачів струму якоря тягових двигунів другої групи, вихід першого регулятора-обмежувача струму гальмівних резисторів зв'язаний із першим блоком гальмівних резисторів, вихід другого регулятора-обмежувача струму гальмівних резисторів зв'язаний із другим блоком гальмівних резисторів, виходи регуляторів-обмежувачів струму якоря тягових двигунів зв'язані із входами тягових двигунів, вихід обмотки власних потреб та додаткові виходи регуляторів-обмежувачів струму гальмівних резисторів зв'язані із входами регульованого випрямляча напруги обмотки власних потреб, вихід регульованого випрямляча напруги обмотки власних потреб зв'язаний із входами інверторів живлення трифазних двигунів допоміжного устаткування, входом блока живлення акумуляторної батареї, входом блока живлення окремого допоміжного устаткування однофазним змінним струмом, виходи інверторів живлення трифазних двигунів допоміжного устаткування зв'язані із входами блока резервування та живлення.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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