

Корисна модель належить до залізничного транспорту, зокрема до систем тяги та енергозабезпечення локомотивів на ділянках колії без електрифікації та/або в умовах тимчасового порушення електроживлення.

Відомі рішення для автономної роботи локомотивів включають: дизель-генераторні вагони, акумуляторні локомотиви зі вбудованими батареями, спеціалізовані локомотиви "last mile", стаціонарні системи рекуперації. Проте всі вони мають недоліки

Дизель-генераторні вагони мають високі викиди CO₂, шум, потребу у пальному, складне обслуговування, великі інвестиції.

Акумуляторні локомотиви зі вбудованими батареями мають високу вартість переобладнання локомотива, обмежений запас ходу, складність заміни батарей та/або часу простою під час зарядки батарей.

Спеціалізовані локомотиви "last mile" мають обмежену автономність (кілька кілометрів), потребу у нових локомотивах.

Стаціонарні системи рекуперації не забезпечують автономного руху, потрібна інфраструктура на місці.

Відомо систему заміни акумулятора, що містить механізм заміни акумулятора, який включає: підйомний опорний пристрій, транспортувальний пристрій для заміни акумулятора, що має першу поверхню (а) для контакту з акумулятором; та плавучий пристрій, причому плавучий пристрій має другу поверхню (б), забезпечену пристроєм блокування/розблокування акумулятора, плавучий пристрій встановлено на опорному пристрої у підвішеному стані та здатен принаймні горизонтально плавати відносно опорного пристрою, де плавучий пристрій має простір для підняття відносно транспортувального пристрою, таким чином, що перша поверхня (а) є вищою за другу поверхню (б), коли транспортувальний пристрій контактує з акумулятором, а друга поверхня (б) є вищою за першу поверхню (а), коли плавучий пристрій блокує/розблоковує акумулятор [EP 3 705 359 A1, B60S 5/06, 2018].

Проте така система не може застосовуватись на залізничному транспорті при постачанні енергією локомотива, оскільки має обмеження щодо габаритів та маси акумуляторів.

Відомо рейковий транспортний засіб, що містить:

- залізничний транспортний засіб,
 - тягове обладнання, що містить щонайменше один тяговий перетворювач та щонайменше один тяговий двигун,
 - високовольтний провідник та струмознімач, причому високовольтний провідник електрично з'єднує тягове обладнання зі струмознімачем,
 - ланцюжок накопичувача енергії з пристроєм накопичення енергії, зокрема акумулятором,
- характеризується тим, що лінія накопичення енергії має трансформатор, який призначений для пристрою накопичення енергії та електрично з'єднаний з пристроєм накопичення енергії та з високовольтним провідником [EP 4 219 219 A1, B60L 9/30, B60L 50/53, B60L 50/60, B60L 50/64, B60L 58/12, 2022].

Проте такий транспортний засіб вимагає розгортання системи вздовж колії взамін електрифікації.

Відомо систему накопичення та заряджання електричної енергії для залізничного транспортного засобу, що має пристрій накопичення енергії та систему заряджання, що має зарядну рейку, розміри якої дозволяють їй повністю покриватися вагоном поїзда, і заряджає акумулятор вагона лише тоді, коли датчик (наприклад оптичний або радіочастотний датчик) виявляє положення та/або рух вагона над зарядною рейкою. Зарядний струм може подаватися на зарядну рейку лише тоді, коли вагон поїзда повністю покриває зарядну рейку. Пристрій накопичення енергії має: акумуляторну батарею, вхід живлення, який заряджає акумуляторну батарею на першому рівні потужності, та вихід живлення, який розряджає акумуляторну батарею на другому, вищому рівні потужності. Система заряджання електрично з'єднує вихід живлення з вагоном поїзда з живленням від акумулятора для заряджання акумулятора вагона. Вхід живлення може бути підключений до мережі живлення та безперервно заряджатися, або шляхом підзарядки, або заряджання на низькій потужності. Вагон поїзда має: електричний двигун з живленням від акумулятора та контактний електрод для рейки або башмак, який простягається від вагона поїзда для контакту із зарядною рейкою для забезпечення зарядного струму до акумулятора вагона поїзда [GB 2574264 A, B60L 50/53, B60L 5/39, B60M 1/30, B60M 1/36, H02J 7/00, 2018].

Ця система стосується заряджання акумуляторних батарей, що встановлені на локомотиві і вимагають створення інфраструктури вздовж лінії.

Відомо пристрій для енергопостачання поїздного складу, що складається щонайменше з одного гібридного або дизель-електричного локомотива. Пристрій містить щонайменше один газовий генератор електроенергії, що приводиться в дію щонайменше одним двигуном або паливним елементом, які, у свою чергу, живляться газом з щонайменше одного контейнера або сховища водню, причому щонайменше один генератор електроенергії підключено до мереж електроживлення локомотива. Пристрій призначений для живлення поїздного складу електричним струмом та/або

струмом холостого ходу для локомотива, оснащеного або не оснащеного автоматичною зупинкою холостого ходу [US 2015/0367736 A1, B60L 11/02, B60L 11/08, B60L 7/00, 2015].

Проте такий пристрій застосовуються лише для дизель-електричних або гібридних локомотивів і пропонує облаштування додатковим обладнанням як джерелом енергії, що базується на використанні водню та вимагає розгортання відповідної інфраструктури та мають низький коефіцієнт корисної дії та низьку економічну ефективність через використання паралельно двох силових систем - штатної та на водні.

Відомо систему рекуперативного накопичення енергії для гібридного локомотива, що включає вагон поїзда; насос/двигун, встановлений на вагоні поїзда та конфігурований для привода в дію як насос за рахунок механічної обертальної енергії, що генерується в результаті гальмування поїзда, для перекачування робочої рідини з низького тиску до високого тиску; гідроакумулятор високого тиску, встановлений на вагоні поїзда та гідравлічно з'єднаний з насосом/двигуном, для зберігання під тиском робочої рідини, що створюється насосом/двигуном [US 20080083576 A1, B60K 6/20, B60T 13/00, 2007].

Це гідравлічна система збереження енергії для локомотива, що дозволяє відновлювати енергію під час динамічного гальмування.

Така система лише зменшує споживання енергії локомотивом, але не вирішує питання постачання енергії для автономної роботи локомотива.

Відомо систему живлення мобільної зарядки муніципального залізничного поїзда, встановленого на транспортному засобі, для накопичувача енергії, що включає тягову електричну машину, перетворювач постійного/змінного струму, допоміжний перетворювач постійного/змінного струму, модуль динамічної батареї, встановлений на транспортному засобі, умом, заземлений перетворювач постійного/змінного струму, некерований випрямляючий блок, знижувальний трансформатор і модуль міської розподільчої мережі та контактну мережу для живлення від наземної системи живлення постійним струмом [CN 109606204 A, B60M 1/12, H02J 1/10, 2018].

Це система живлення для міського залізничного транспорту з можливістю мобільної зарядки вбудованого енергозберігаючого пристрою.

Така система лише забезпечує зарядку акумуляторів, встановлених на локомотиві (муніципальному потягу) під час руху по електрифікованих коліях.

Найближчим аналогом до корисної моделі є блок накопичення електричної енергії, системи керування та їх застосування. В одному з варіантів реалізації, блок накопичення електричної енергії (який також може називатися системою накопичення енергії акумулятора ("BESS")) включає контролер системи акумуляторів та множину акумуляторних блоків. Кожен акумуляторний блок з множини акумуляторних блоків має множину акумуляторних елементів, контролер акумуляторного блока, який контролює множину акумуляторних елементів, балансувальник елементів акумуляторного блока, який регулює кількість енергії, що зберігається в кожному акумуляторному елементі з множини акумуляторних елементів, та зарядний пристрій акумуляторного блока. Контролер акумуляторного блока керує балансувальником елементів акумуляторного блока та зарядним пристроєм акумуляторного блока для керування станом заряду кожного акумуляторного елемента з множини акумуляторних елементів. В одному з варіантів реалізації, акумуляторні елементи є літій-іонними акумуляторними елементами [US 10536007 B2, H01M 2/10, H01M 10/42, H01M 10/48, H01M 10/44, H02J 338, 2018].

Це акумуляторна система зберігання енергії з контролем та застосуваннями, включаючи використання в мобільних енергетичних системах.

Проте найближчий аналог вирішує ефективність роботи мобільного блока акумуляторів і не вирішує завдань постачання енергії локомотиву для його автономного руху на неелектрифікованих ділянках руху або електрифікованих із тимчасовим відключенням ділянки від мережі.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити систему електропостачання локомотива для його автономної роботи на ділянках без електрифікації або за умов аварійного відключення електроживлення, яка би мала мобільність і швидке розгортання та автономний рух поїздів, збільшення запасу ходу і простоту формування потягу, при мінімальних інвестиціях у переобладнання.

Поставлену задачу вирішують тим, що система електропостачання локомотива, що містить систему накопичення енергії акумулятора (BESS), згідно з корисною моделлю, містить локомотив 1, оснащений блоками 3 під'єднаними до електросистеми локомотива, які з'єднані високовольтними проводами 4 з двома високовольтними клеммами 2, розміщеними на фронтальних стінках локомотива 1, до локомотива 1 причеплено залізничну платформу 7 з контейнером з BESS 8, оснащеним двома високовольтними клеммами 5, розміщеними на фронтальних стінках контейнера з BESS 8, при цьому високовольтна клемма 2 і високовольтна клемма 5 розміщені над зчпним пристроєм між локомотивом 1 і залізничною платформою 7 і з'єднані високовольтним кабелем 6, а до залізничної платформи 7 причеплені залізничні вагони 9 потягу.

Згідно з корисною моделлю, контейнер BESS 8 виконано шириною 10 футів для розміщення збільшеного обсягу батарейної ємності.

Згідно з корисною моделлю, система містить другу залізничну платформу 11, приєднану у хвіст потягу як штовхач, виконану моторизованою та з можливістю спільної роботи з локомотивом 1 і з функцією пригальмовування вагонів 9 під час зниження швидкості, при цьому її колісні візки базуються на локомотивних візках і обладнані власними тяговими електродвигунами та блоками керування живленням і рухом.

Згідно з корисною моделлю, залізничні платформи 7, 11 і контейнери з BESS 8 обладнані механізмами для забезпечення їх бокового-латерального зсуву.

Згідно з корисною моделлю, BESS 8, який потребує заряджання, виконано з можливістю заміни на заряджений аналогічний блок із застосуванням систем обладнання для горизонтального перевантаження контейнерів під лініями (10) високовольтної мережі.

BESS (Battery Energy Storage System) - акумуляторна система зберігання енергії, яка призначена для накопичення, зберігання і видачі електричної енергії в мережу, з метою підтримки стабільного і безперебійного електропостачання. У таких системах застосовуються літій-іоні та залізо-фосфатні батареї. Контейнерні системи BESS ізольовані і кондиціонувані.

Використання контейнерних BESS дозволяє:

- мобільність та швидке розгортання системи;
- уніфікацію з існуючою інфраструктурою контейнерних перевезень;
- можливість використання таких систем як елементів загальних енергозберігаючих мереж.

Використання стандартної залізничної платформи забезпечує простоту формування потягу.

Застосування 10 футового контейнера дозволяє розмістити на 25 % більше елементів BESS та, відповідно, збільшити запас ходу, а застосування латерального перевантаження дозволяє уникнути обмеження маси.

Підключення BESS, розміщеного у контейнері для інтермодальних перевезень, до локомотива здійснено через додаткові високовольтні клеми, що забезпечує швидке розгортання системи та автономний рух поїздів масою до 3000 т на відстань 150-200 км. Використання двох залізничних платформ, друга з яких приєднана у хвіст потягу, дозволяє збільшити запас ходу як за рахунок збільшення ємності батарей, так і за рахунок більшої енергетичної ефективності водіння потягу при зменшенні потреби у застосуванні механічних гальм вагонів (9) та збільшення частки використання енергії гальмування для повторного використання.

Корисна модель дозволяє підвищити ефективність систем зеленої енергії (вітрової, сонячної, тощо) оскільки дозволяє накопичену в мобільних BESS енергію використовувати для автономної роботи локомотивів без передачі енергії в енергомережу.

Корисна модель пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображено принципову схему модернізації локомотива, встановлення контейнера з BESS на платформу та їх під'єднання;

на фіг. 2 - схему включення моторних вагонів BESS до складу потяга.

Позначення на кресленнях:

- 1 - локомотив;
- 2 - високовольтні клеми;
- 3 - блоки під'єднання до лінії високовольтної мережі;
- 4 - високовольтні проводи для передачі токів від клем 1 до блоків 3;
- 5 - високовольтні клеми на бічних стінках контейнера з BESS;
- 6 - високовольтний провід для об'єднання клем 2 і клем 5;
- 7 - залізнична платформа;
- 8 - контейнер з BESS;
- 9 - вагони складу потяга;
- 10 - лінія високовольтної мережі
- 11 - моторизована платформа з BESS - штовхач.

Система електропостачання локомотива містить (фіг. 1) локомотив 1, оснащений блоками 3 під'єднання до електросистеми локомотива, які з'єднані високовольтними проводами 4 з двома високовольтними клемами 2, розміщеними на фронтальних стінках локомотива 1. До локомотива 1 причеплено залізничну платформу 7 з контейнером акумуляторної системи зберігання енергії BESS 8, оснащений двома високовольтними клемами 5, розміщеними на фронтальних стінках контейнера з BESS 8. При цьому одна високовольтна клема 2 і одна високовольтна клема 5 розміщені над зчипним пристроєм між локомотивом 1 і залізничною платформою 7 і з'єднані високовольтним проводом 6. До залізничної платформи 7 причеплені залізничні вагони 9 потягу (фіг. 2).

Контейнер BESS 8 може бути виконано шириною 10 футів для розміщення збільшеного обсягу батарейної ємності, а залізнична платформа має довжину 40 або 45 футів.

Система може містити другу залізничну платформу 11, приєднану у хвіст потягу як штовхач і виконану моторизованою і з можливістю спільної роботи з локомотивом 1 і з функцією пригальмовування вагонів під час зниження швидкості, при цьому її колісні візки базуються на

локомотивних візках і обладнані власними тяговими електродвигунами та блоками керування живленням і рухом. (Фіг. 2).

Залізничні платформи 7, 11 і контейнери з BESS 8 обладнані механізмами для забезпечення їх бокового (латерального) зсуву.

BESS 8, який потребує заряджання, виконано з можливістю заміни на заряджений аналогічний блок із застосуванням систем обладнання для горизонтального перевантаження контейнерів під лініями електрифікації 10.

Система функціонує наступним чином.

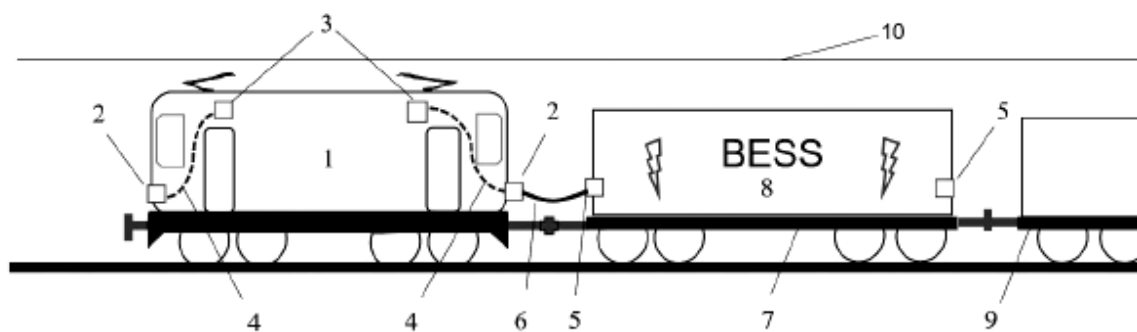
Контейнер із зарядженим BESS 8 завантажують на залізничну платформу 7 в місцях, де це можливо, з використанням стандартних засобів - кранів в терміналі, річтракерів тощо.

Локомотив 1 і платформа 7 із контейнером з BESS 8 з'єднують в склад потягу стандартним чином з використанням маневрових локомотивів, у тому числі під'єднують повітропроводи системи механічного гальмування вагонів 9 потягу.

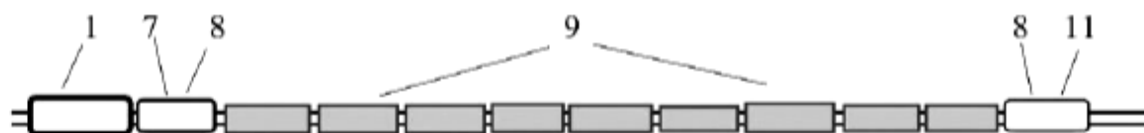
Пару високовольтних клем 2 та 5, що встановлені, відповідно, на локомотиві та контейнері із BESS 8, після перевірки відсутності на них високої напруги (згідно з показниками індикаторів, якими оснащені клем 2 та 5), їх з'єднують високовольтним проводом 6, подають напругу на клему 5, після чого електричні системи локомотива 1 і BESS 8 працюють як єдине ціле.

Для керування BESS 8 з місця машиніста локомотива 1 може застосовуватись канал дистанційного радіокерування.

У хвіст потягу можуть приєднати другу залізничну платформу як штовхач, виконану моторизованою і з можливістю спільної роботи з локомотивом 1 за методом багатьох одиниць з функцією пригальмовування вагонів під час зниження швидкості, що збільшує запас ходу та ощадність у використанні енергії.



Фіг. 1



Фіг. 2