



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100468** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)**B60L 13/00****B60L 13/04** (2006.01)**B60L 13/10** (2006.01)**B61B 13/08** (2006.01)**H01L 31/00****H01L 31/04** (2014.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****(21)** Номер заявки: **u 2015 01220****(22)** Дата подання заявки: **13.02.2015****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **27.07.2015****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **27.07.2015, Бюл.№ 14****(72)** Винахідник(и):**Дзензерський Віктор Олександрович**
(UA),
Плаксин Сергій Вікторович (UA),
Шкіль Юрій Володимирович (UA),
Скосар Вячеслав Юрійович (UA)**(73)** Власник(и):**ІНСТИТУТ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І**
ТЕХНОЛОГІЙ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ "ТРАНСМАГ",
вул. Писаржевського, 5, м. Дніпропетровськ,
49005 (UA)**(54) МАГНІТОЛЕВІТУЮЧИЙ ТРАНСПОРТ****(57)** Реферат:

Магнітолевітуючий транспортний засіб з електродинамічним приводом, у якого уздовж шляхової структури розташовані секції статорної обмотки лінійного синхронного тягового електродвигуна. Кожна секція складається зі шляхових котушок, які забезпечуються електроенергією від автономних джерел енергії, установлених уздовж шляхової структури. Автономне джерело енергії складається з фотоелектричної установки для перетворення сонячної енергії в енергію електричного струму, інвертора для перетворення енергії електричного струму й накопичувача енергії. Кожну шляхову котушку розміром Δ забезпечує енергією одна фотоелектрична установка із площею панелі S . Як накопичувач енергії використовується акумуляторна батарея, іоністор, електролізер для одержання водню, ємність для зберігання водню й паливний елемент для спалювання накопиченого водню. Рух транспортного засобу регулюється системою керування, яка забезпечує своєчасне включення і вимикання кожної наступної шляхової котушки. При куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури $45-90^\circ$ площини панелей фотоелектричних установок розташовані горизонтально, при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури менше 45° - площини панелей фотоелектричних установок орієнтовані на Південь і нахилені на кут β відносно горизонтальної площини, що дорівнює широті місцевості φ . Довжина кожної панелі фотоелектричної установки уздовж напрямку Північ-Південь дорівнює $\Delta/4$ м, а ширина кожної панелі фотоелектричної установки поперек напрямку Північ-Південь дорівнює $4S/\Delta$ м. Автономні джерела енергії об'єднані в групу з M штук загальним електролізером для одержання водню, загальною ємністю для зберігання водню і загальним паливним елементом для спалювання накопиченого водню.

UA 100468 U

Корисна модель належить до транспортної техніки, а саме, до високошвидкісного наземного транспорту, який використовує потужне електромагнітне поле для магнітного підвісу, з одної сторони, і електротяги, з іншої сторони.

Зазначений транспортний засіб, називаний магнітолевітуючим транспортом, є енерговитратним засобом перевезень. Забезпечення енергією транспортного засобу у всіх реалізованих на практиці проектах організовано від зовнішньої енергосистеми, що, як правило, виробляє електричну енергію за рахунок спалювання вуглеводневого палива на ТЕС і реакцій ядерного розподілу на АЕС. І ця обставина суперечить сучасним світовим тенденціям захисту навколишнього середовища від шкідливих викидів і радіоактивних відходів, тенденціям зниження в енергетиці частки традиційних джерел енергії та росту частки поновлюваних екологічно чистих джерел енергії.

У цей час лише дуже мала частка в балансі енергоспоживання високошвидкісного наземного транспорту належить поновлюваним джерелам енергії, таким як фотоелектричні установки або вітроенергетичні установки. У ЗМІ зустрічаються повідомлення про те, що фотоелектричні панелі на дахах вокзалів вже використовуються для живлення висвітлення вокзалів, панелі фотоелектричних установок на дахах вагонів - для живлення висвітлення вагонів, а також окремі фотоелектричні установки використовуються для живлення систем автоматики і телекомунікації.

Частково використовуються і вітроенергетичні установки. Відомо магнітолевітуючий транспортний засіб, у корпусі якого передбачені повітрорудні канали для зниження аеродинамічного опору руху транспортного засобу і для перетворення частини енергії вітру в електричну енергію для потреб транспортного засобу. У результаті досягнута деяка економія електричної енергії, що підводиться ззовні до транспортного засобу, за рахунок використання поновлюваної енергії вітру [Патент 63561 Україна. Транспортний засіб на електродинамічному підвісі. МПК В61В 13/08; F03D 3/00; В60L 13/04; В60V 3/00. Дзензерський В.О. та інш. - № 2003054085, 06.05.2003, опубл. 15.12.2006, бюл. №12.].

Винахід-аналог використовує поновлювані джерела енергії для економії енергії, що підводиться ззовні, і в цьому його переваги. Головний недолік аналога полягає у тому, що він не дозволяє домогтися повного енергозабезпечення за рахунок поновлюваних джерел енергії.

Проте, така технічна задача може бути вирішена принаймні у випадку використання сонячної енергії і фотоелектричних установок для її перетворення. Рішення зазначеної задачі запропоновано в наступних роботах [Дзензерський В.А., Плаксин С.В., Шкиль Ю.В. Фотоэлектрическая система энергообеспечения линейного двигателя магнитолевитирующего высокоскоростного наземного транспорта. Вестник национального технического университета "ХПИ". - Харьков. НТУ ХПИ. - № 44. - 2005. - С. 121-136, і Плаксин С.В., Шкиль Ю.В. Фотоэлектрическое обеспечение транспорта на магнитном подвесе. Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Спеціальний випуск. - Київ. - 2005. - С. 98-100]. Одну із цих робіт використовуємо як прототип.

Отже, як прототип ми вибрали магнітолевітуючий транспортний засіб з електродинамічним приводом, у якого по шляху проходження (уздовж шляхової структури) розташовані секції статорної обмотки лінійного синхронного тягового електродвигуна, кожна така секція складається зі шляхових котушок, кожна шляхова котушка забезпечується електроенергією від автономного джерела енергії, причому рух транспортного засобу регулюється системою керування, що забезпечує своєчасне включення і вимикання кожної наступної шляхової котушки (а якщо рух назад, то й попередньої). У зазначеному магнітолевітуючому транспорті автономне джерело енергії складається з: фотоелектричної установки для перетворення сонячної енергії в енергію електричного струму; інвертора для перетворення енергії електричного струму; і накопичувача енергії. Плоска панель фотоелектричної установки розташована горизонтально. Накопичувач енергії включає акумуляторну батарею, іоністор, електролізер для одержання водню, ємність для зберігання водню й паливний елемент для спалювання накопиченого водню [Дзензерський В.А., Плаксин С.В., Шкиль Ю.В. Фотоэлектрическая система энергообеспечения линейного двигателя магнитолевитирующего высокоскоростного наземного транспорта. Вестник национального технического университета "ХПИ". - Харьков. НТУ ХПИ. - №44. - 2005. - С. 121-136].

Прототип дозволяє вирішити завдання повного енергозабезпечення високошвидкісного наземного транспорту за рахунок поновлюваного екологічно чистого джерела енергії. Цим джерелом є енергія Сонця, а як перетворювачі енергії Сонця служать фотоелектричні установки. Потужності сонячного випромінювання, що досягає землі в умовах України, досить для енергозабезпечення кожного метра шляху уздовж шляхової структури від фотоелектричної установки із площею панелі 3 м² або небагато більше, залежно від ККД перетворення сонячного

випромінювання [див. Дзензерский В.А., Плаксин С.В., Погорелая Л.М., Толдаев В.Г., Шкиль Ю.В. Системы управления и энергообеспечения магнитолевитирующего транспорта. - Киев: Наук. думка, 2014. - С. 251]. Кожна фотоелектрична установка забезпечує електричною енергією одну шляхову котушку, розмір якої Δ уздовж шляхової структури дорівнює 0,5-2,0 м. Це означає, що для однієї шляхової котушки розміром Δ м досить однієї фотоелектричної установки із площею панелі $S=3\Delta$ м² або небагато більше, залежно від ККД перетворення сонячного випромінювання. І тоді високошвидкісний транспорт забезпечений електроенергією в наступному масштабі: для однієї тонни вантажу пропускна здатність шляхи буде дорівнює 1,5-2,6 хв. при ККД фотоелектричних установок $\approx 10\%$. Розрахунки проведені для високошвидкісного поїзда масою 400 т, здатного розвивати швидкість 500 км/год. При цьому кожна шляхова котушка характеризується питомою енергією споживання до $0,08 \times 1,5\Delta$ Вт/год./т·м [Дзензерский В.А., Плаксин С.В., Шкиль Ю.В. Фотоэлектрическая система энергообеспечения линейного двигателя магнитолевитирующего высокоскоростного наземного транспорта. Вестник национального технического университета "ХПИ". -Харьков. НТУ ХПИ. - №44.-2005. - С. 122-132].

Якщо підібрати для накопичувача свинцево-кислотну акумуляторну батарею 12 В, ємністю 200 А·год., то її буде вистачати для роботи автономного джерела енергії протягом цілого року, причому запасеної за один сонячний день енергії вистачить на 12 хмарних днів, якщо такі випадково випадуть. Іоністор потрібен лише для короточасної швидкої віддачі накопиченої в накопичувачі енергії при проходженні високошвидкісним транспортом відповідної шляхової котушки, а решта частини накопичувача енергії: електролізер, ємність для зберігання водню і паливний елемент - потрібні для накопичення надлишкової енергії в літні дні і постачання дефіцитної енергії в зимові дні [Плаксин С.В., Шкиль Ю.В. Фотоэлектрическое обеспечение транспорта на магнитном подвесе. Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Спеціальний випуск. - Київ. - 2005. - С. 99].

Недоліком прототипу є низька ефективність перетворення енергії Сонця в електричну енергію. Причина цього укладена в нерациональному розташуванні панелей фотоелектричних установок, а саме - площини панелей фотоелектричних установок розташовані горизонтально без обліку широти місцевості і особливостей сонячного випромінювання, яке досягає перетворювачів енергії.

Другим недоліком прототипу є зайва складність і громіздкість накопичувачів енергії, коли на кожен шляхову котушку потрібно електролізер для одержання водню, ємність для зберігання водню й паливний елемент для спалювання накопиченого водню.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності забезпечення електроенергією високошвидкісного транспорту за рахунок раціонального розташування панелей фотоелектричних установок уздовж шляхової структури.

Крім того, поставлена задача спрощення складу накопичувачів енергії, що означає підвищення надійності роботи високошвидкісного транспорту.

Поставлена задача вирішується тим, що в магнитолевитуючому транспортному засобі автономні джерела енергії встановлені уздовж шляхової структури, автономне джерело енергії складається з фотоелектричної установки для перетворення сонячної енергії в енергію електричного струму, інвертора для перетворення енергії електричного струму і накопичувача енергії, кожен шляхову котушку розміром Δ забезпечує енергією одна фотоелектрична установка із площею панелі S , як накопичувач енергії використовується акумуляторна батарея, іоністор, електролізер для одержання водню, ємність для зберігання водню і паливний елемент для спалювання накопиченого водню, надлишок сонячної енергії в літні дні накопичується у вигляді водню, накопичена енергія використовується в зимові дні, відповідно до корисної моделі, при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури $45-90^\circ$ площини панелей фотоелектричних установок розташовані горизонтально, при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури менше 45° площини панелей фотоелектричних установок орієнтовані на Південь і нахилені на кут β відносно горизонтальної площини, що дорівнює широті місцевості φ , причому довжина кожної панелі фотоелектричної установки уздовж напрямку Північ-Південь дорівнює $\Delta/4$, а ширина кожної панелі фотоелектричної установки поперек напрямку Північ-Південь дорівнює $4S/\Delta$, автономні джерела енергії об'єднані в групу з M штук загальним електролізером для одержання водню, загальною ємністю для зберігання водню і загальним паливним елементом для спалювання накопиченого водню.

Суть технічного рішення полягає в тому, що максимальну кількість сонячного випромінювання в рік одержують площини фотоелектричних панелей при їхній орієнтації на Південь (у північній півкулі) і нахилі β відносно горизонтальної площини, пов'язаному із широтою місцевості φ виразом: $\beta=\varphi$. Цей емпіричний вираз придатний для умов України і враховує внесок

прямого сонячного випромінювання і внесок сонячного випромінювання, розсіяного від хмар і оптичних неоднорідностей атмосфери. У південній півкулі для кліматичних зон, аналогічних кліматичним умовам України, варто було б орієнтувати фотоелектричні установки на Північ при виконанні орієнтування, відповідно до умови $\beta = \varphi$.

Фотоелектричні панелі бажано розміщати уздовж шляхової структури, причому з боку, зверненого до Півдня (у північній півкулі), щоб рухливий склад не відкидав на фотоелектричні панелі тінь. Фотоелектричні панелі можна розміщати як по одній стороні (зверненій до Півдня) від шляхової структури, так і з двох сторін, але перший варіант переважніше з погляду зручності обслуговування, тому що при цьому не потрібно обслуговуючому персоналу перетинати шляхову структуру. В умовах південної півкулі фотоелектричні панелі бажано розміщати уздовж шляхової структури, причому з боку, зверненого до Півночі.

Між фотоелектричними панелями, установленими уздовж шляхової структури, буде відстань, яка визначається розміром Δ шляхової котушки, і напрямком шляхової структури відносно напрямку Північ-Південь. Нам необхідно домогтися таких розмірів і такого розташування, щоб фотоелектричні панелі майже не створювали одна одній тінь. Але при цьому для кожної шляхової котушки розміром Δ м була фотоелектрична панель загальною площею $S = 3\Delta$ м² (або небагато більше, залежно від ККД перетворення сонячного випромінювання). Один з підходящих варіантів рішення цієї задачі: при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури менше 45° площини панелей фотоелектричних установок орієнтовані на Південь і нахилені на кут β відносно горизонтальної площини, що дорівнює широті місцевості φ , причому довжина кожної панелі фотоелектричної установки уздовж напрямку Північ-Південь дорівнює $\Delta/4$ м, а ширина кожної панелі фотоелектричної установки поперек напрямку Північ-Південь дорівнює $4S/\Delta$ м (12 м або небагато більше). Емпірично встановлено, що ефект тіні при такому розташуванні фотоелектричних панелей незначний, оскільки тінь панелі створюють одна одній лише в короткі відрізки часу при вкрай низькому розташуванні Сонця над горизонтом, коли потужність сонячного випромінювання мінімальна. Тоді для кожної шляхової котушки розміром Δ м буде працювати одна фотоелектрична установка із площею панелі S м².

При виконанні всіх зазначених умов підвищується ефективність перетворення енергії Сонця в електричну енергію на 8-12 %.

Якщо кут між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури в межах 45-90°, то площини панелей фотоелектричних установок варто розташувати горизонтально, інакше не вдається уникнути значного ефекту тіні. При цьому довжина кожної панелі фотоелектричної установки уздовж шляхової структури дорівнює Δ м, а ширина кожної панелі фотоелектричної установки поперек шляхової структури дорівнює S/Δ м (3 м або небагато більше).

У випадку об'єднання в групу М автономних джерел енергії одним загальним електролізером для одержання водню, загальною ємністю для зберігання водню й загальним паливним елементом для спалювання накопиченого водню усувається зайва складність і громіздкість накопичувачів енергії. При цьому акумуляторні батареї на кожному автономному джерелі енергії із числа М, що увійшли в групу, забезпечуються від загального для них паливного елемента. Процесом підживлення енергією управляють інвертори відповідних автономних джерел енергії. Це здійснити технічно простіше, ніж установлювати для кожного автономного джерела енергії свій електролізер, ємність для зберігання водню й паливний елемент.

Оцінимо необхідну потужність паливного елемента. В умовах України одному літньому дню з надлишком сонячного випромінювання приблизно відповідає один зимовий день із недоліком сонячного випромінювання. Надлишкову енергію можна одержати протягом одного літнього дня і запасти у вигляді водню. А щоб за 24 год. протягом однієї зимової доби паливний елемент зміг повністю зарядити тільки одну акумуляторну батарею 12 В, ємністю 200 А·год., необхідна потужність паливного елемента приблизно 120 Вт. Такої потужності паливні елементи потрібні були б у випадку, якби на кожен автономне джерело енергії припадав один паливний елемент. Але, якщо об'єднати в групу М автономних джерел енергії, то буде потрібно в М разів менше паливних елементів, але з потужністю в М разів більшою, тобто приблизно $M \times 120$ Вт. Наприклад, при об'єднанні в групу 10-ти автономних джерел енергії, буде потрібно для них замість 10-ти паливних елементів по 120 Вт всього один паливний елемент потужністю 1,2 кВт. Згідно з переліком паливних елементів, що випускаються в даний час, малопотужні паливні елементи 1-500 Вт зазвичай застосовують для різних портативних пристроїв (мобільні телефони, ноутбуки, кишенькові комп'ютери, різні побутові електронні пристрої, сучасні військові прилади); тоді як більш потужні паливні елементи 1-50 кВт підходять для різних портативних установок, типу дорожніх показчиків, вантажних і залізничних рефрижераторів,

інвалідних колясок, візків для гольфу, космічних кораблів і супутників; а також паливні елементи могутніше 5-25 кВт до 250 кВт і більше - для стаціонарних великих установок і транспорту [Основы водородной энергетики. Под ред. В.А.Мошнікова и Е.И.Терукова. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ". - 2010. - 288 с.].

5 Число M автономних джерел енергії, що об'єднуються в групу, визначається залежно від наявності та вартості на ринку якісних паливних елементів, як найбільш складних виробів у складі автономних джерел енергії, що вимагають підвищеної уваги.

Запропоноване технічне рішення може бути використане при розробці та експлуатації високошвидкісного наземного транспорту, що використовує потужне електромагнітне поле для магнітного підвісу та електротягу, зокрема мова йде про магнітолевітуючий транспорт.

10 На фіг. 1 показана структурна схема енергозабезпечення високошвидкісного транспорту. На фіг. 2, 3 схематично показана орієнтація і розташування шляхової структури і фотоелектричних установок. На фіг. 4 показана (I) траса Черкаси-Кременчук-Дніпропетровськ і кільцева (II) траса України. На фіг. 5 показана частина структурної схеми енергозабезпечення для групи з M автономних джерел енергії, об'єднаних загальним електролізером, загальною ємністю для зберігання водню і загальним паливним елементом.

Розглянемо фіг. 1. Система керування здійснює інформаційний взаємозв'язок між шляховими котушками (Ш) шляхової структури і навігаційною підсистемою (на кресленні не показано), яка контролює місце розташування екіпажа. У результаті досягається своєчасне включення і вимикання кожної шляхової котушки. Кожна шляхова котушка (Ш) забезпечується електроенергією від автономного джерела енергії, що складається з: фотоелектричної установки (Ф) для перетворення сонячної енергії в енергію електричного струму; інвертора (І) для перетворення енергії електричного струму; і накопичувача (Н) енергії. Інвертор (І) забезпечує електричною енергією шляхову котушку (Ш).

25 Розглянемо фіг. 2. У цьому випадку кут α між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури менше 45° . Площини панелей фотоелектричних установок (ПФ) орієнтовані на Південь і нахилені на кут β відносно горизонтальної площини, що дорівнює широті місцевості φ . Довжина кожної панелі фотоелектричної установки (ПФ) уздовж напрямку Північ-Південь дорівнює $\Delta/4$ м, а ширина поперек напрямку Північ-Південь дорівнює $4S/\Delta$ м.

30 Розглянемо фіг. 3. У цьому випадку кут α між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури в межах $45-90^\circ$. Площини панелей фотоелектричних установок (ПФ) розташовані горизонтально, причому довжина кожної панелі фотоелектричної установки (ПФ) уздовж шляхової структури дорівнює Δ м, а ширина поперек шляхової структури дорівнює S/Δ м.

35 Перейдемо до фіг. 4. Довжина траси I в одну сторону становить приблизно 405 км, а довжина кільцевої траси II в одну сторону - 2578 км. Розбивка трас на секції лише умовно відповідає довжині секцій по 50 км, як найбільш раціональної з погляду системи керування транспортом, і з погляду географії вузлів зосередження пасажиропотоків, а довжина шляхових котушок (Ш) дорівнює 0,5-2 м, і на кожну котушку необхідне автономне джерело енергії. Це означає, що трасу I в одну сторону необхідно забезпечити 202,5-810 тис. автономними джерелами енергії, а кільцеву трасу II в одну сторону - 1289-5156 тис. автономними джерелами енергії. Відповідно, стільки ж буде потрібно фотоелектричних установок, інверторів і акумуляторних батарей 12 В, 200 А-год.

40 На ділянках кільцевої траси II: Івано-Франківськ - Львів, Львів - Луцьк, Харків - Лозова, Кривий Ріг - Херсон, Одеса - Котовськ, Котовськ - Вінниця, Хмельницький - Чернівці - площині панелей фотоелектричних установок слід орієнтувати на Південь і нахилити на кут β по відношенню до горизонтальної площини, рівний широті місцевості φ .

45 Перейдемо до фіг. 5. Накопичувачі енергії, що включають акумуляторну батарею (АкБ), іоністор (Іон), об'єднані в групу в кількості M з загальним паливним елементом (П), ємністю (Єм) для зберігання водню і електролізером (Е). У випадку, якби на кожне автономне джерело енергії було по одному паливному елементі, електролізеру і ємності, то їхня кількість на трасі відповідало б кількості акумуляторних батарей. Але при об'єднанні в групу їхня кількість зменшується в такий спосіб: електролізерів, ємностей для зберігання водню і паливних елементів потужністю $M \times 120$ Вт у кількості 202,5-810 тис./М або в кількості 1289-5156 тис./М для траси I в одну сторону і кільцеву трасу II в одну сторону, відповідно.

55 Робота магнітолевітуючого транспортного засобу здійснюється в наступному режимі. За рахунок "виштовхування" джерела магнітного поля, що перебуває на транспортному засобі, працює магнітний підвіс, який дозволяє транспортному засобу левітувати над шляховою структурою. Для забезпечення поступального руху уздовж шляхової структури використовують лінійний синхронний тяговий електродвигун. При досягненні транспортним засобом певної швидкості відбувається його відрив від шляхової структури на висоту 10-30 см, зниження опору

руху і досягнення транспортним засобом швидкості в 500 км/год. По мірі переміщення уздовж шляхової структури працюють шляхові котушки, що забезпечують рух високошвидкісного транспорту над відповідними ділянками шляху. Весь процес руху регулюється системою керування, яка забезпечує своєчасне включення і вимикання кожної наступної (попередньої) шляхової котушки. На відміну від більш ранніх аналогів, кожна шляхова котушка забезпечується електроенергією від автономного джерела енергії (як у прототипі), а не від зовнішньої енергосистеми. На відміну від прототипу, автономні джерела енергії більш ефективно використовують енергію сонячного випромінювання, перетворену в електроенергію фотоелектричними установками. У зазначеному магнітолевітуючому транспорті кожне автономне джерело енергії має накопичувач енергії, наприклад свинцево-кислотну акумуляторну батарею 12 В, 200 А год., а також іоністор, і на групу з М автономних джерел енергії - електролізер для отримання водню, ємність для зберігання водню і паливний елемент для спалювання накопиченого водню потужністю $M \times 120$ Вт. Надлишок виробленої в сонячні літні дні електроенергії запасється у вигляді водню для подальшого використання при нестачі електроенергії в зимові дні.

Проведені розрахунки підтверджують досягнення необхідного технічного результату при виконанні умов формули корисної моделі.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Магнітолевітуючий транспортний засіб з електродинамічним приводом, у якого уздовж шляхової структури розташовані секції статорної обмотки лінійного синхронного тягового електродвигуна, кожна така секція складається зі шляхових котушок, шляхові котушки забезпечуються електроенергією від автономних джерел енергії, установлених уздовж шляхової структури, автономне джерело енергії складається з фотоелектричної установки для перетворення сонячної енергії в енергію електричного струму, інвертора для перетворення енергії електричного струму й накопичувача енергії, кожен шляхову котушку розміром Δ забезпечує енергією одна фотоелектрична установка із площею панелі S, як накопичувач енергії використовується акумуляторна батарея, іоністор, електролізер для одержання водню, ємність для зберігання водню й паливний елемент для спалювання накопиченого водню, надлишок сонячної енергії в літні дні накопичується у вигляді водню, накопичена енергія використовується в зимові дні, причому рух транспортного засобу регулюється системою керування, яка забезпечує своєчасне включення і вимикання кожної наступної шляхової котушки, який **відрізняється** тим, що при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури 45-90° площини панелей фотоелектричних установок розташовані горизонтально, при куті між напрямком Північ-Південь і напрямком шляхової структури менше 45° - площини панелей фотоелектричних установок орієнтовані на Південь і нахилені на кут β відносно горизонтальної площини, що дорівнює широті місцевості ϕ , причому довжина кожної панелі фотоелектричної установки уздовж напрямку Північ-Південь дорівнює $\Delta/4$ м, а ширина кожної панелі фотоелектричної установки поперек напрямку Північ-Південь дорівнює $4S/\Delta$ м, автономні джерела енергії об'єднані в групу з М штук загальним електролізером для одержання водню, загальною ємністю для зберігання водню і загальним паливним елементом для спалювання накопиченого водню.

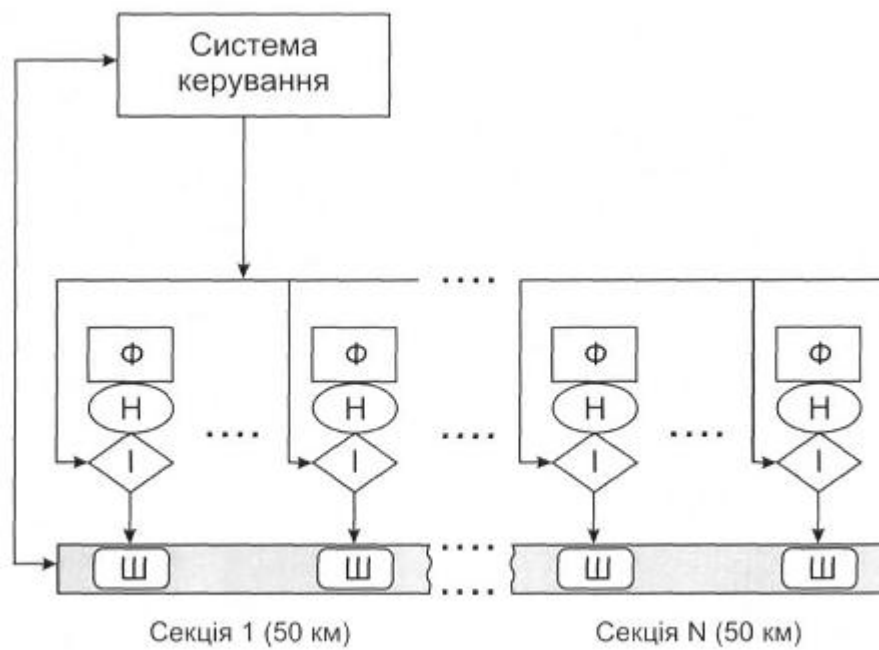


Fig. 1

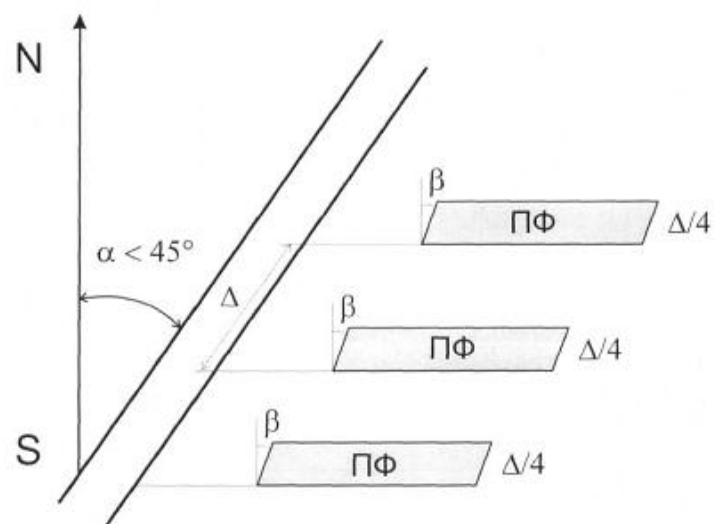
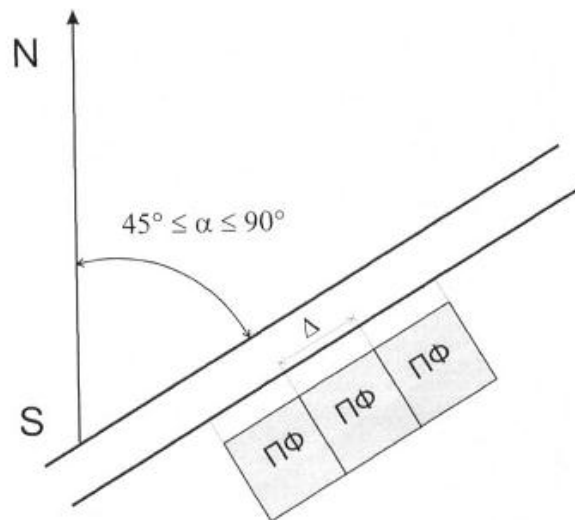


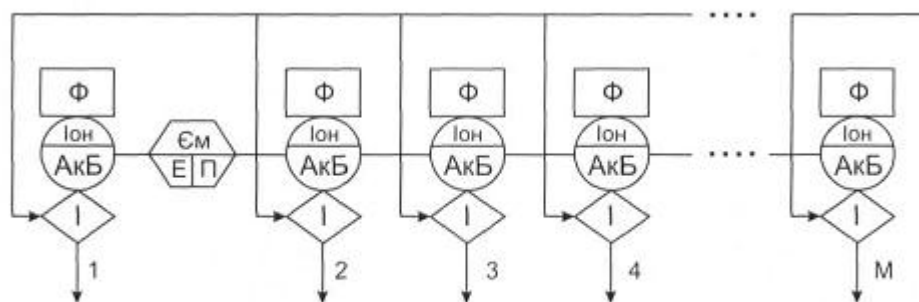
Fig. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5

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