



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **136432** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
H05K 5/00
H05K 7/20 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

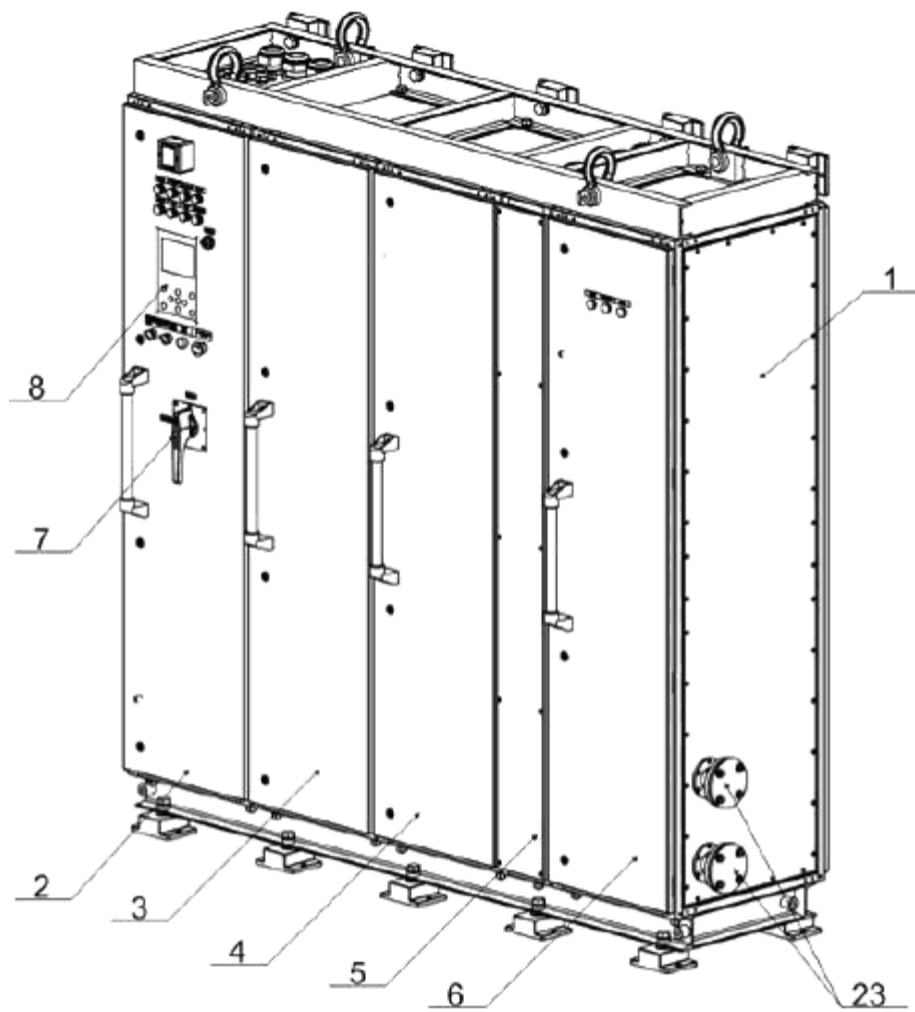
(21) Номер заявки:	u 2018 12075	(72) Винахідник(и):	Хачатуров Дмитро Валерійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	06.12.2018	(73) Власник(и):	Хачатуров Дмитро Валерійович,
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	27.08.2019		вул. Коломенська, 27, кв. 25, м. Харків,
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	27.08.2019, Бюл.№ 16		61166 (UA)

(54) ШАФА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ З РІДИННОЮ СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ

(57) Реферат:

Шафа електротехнічного пристрою з рідинною системою охолодження містить розміщені у герметичному корпусі слабкострумові і силові електронні компоненти, принаймні один рідинний теплообмінник, розміщений у термічному контакті із вказаними електронними компонентами, а також трубопровід із запірною арматурою і пристроями вимірювання параметрів теплоносія, зв'язаними з автоматичною системою управління. Система охолодження містить первинний і вторинний контури з холодоагентом, причому первинний контур виконаний замкнутим і охоплює за рахунок системи трубопроводів силові комірки з електронними компонентами, повітряно-рідинний теплообмінник встановлений у межах траєкторії руху спрямованого потоку повітря від рециркуляційного вентилятора, встановленого у рамну конструкцію силової комірки, при цьому принаймні частина електронних компонентів встановлені на поверхні охолоджувачів у безпосередньому контакті з поверхнею носія холодоагенту, одна із поверхонь якого розміщена у одній площині з поверхнею охолоджувача.

UA 136432 U



Фиг.1

Корисна модель належить до галузі електротехніки, зокрема до електротехнічних пристроїв шафового виконання з рідинною системою охолодження.

При охолодженні електротехнічного обладнання шафового виконання однією з основних проблем є те, що температура навколишнього середовища протягом року, а також втрати потужності і пов'язані з цим теплові втрати електронних компонентів, розміщених в електрошафі, мають значні коливання, при цьому незалежно від даних коливань температура повітря у внутрішньому просторі електрошафи повинна підтримуватися у межах заданого значення.

З рівня техніки відомі різні види систем охолодження, кожна з яких має свої недоліки і переваги у залежності від умов експлуатації, основними з яких є системи повітряного охолодження, рідинного охолодження і змішані.

В умовах експлуатації з жорсткими обмеженнями за габаритами, рівнем шуму та температурними режимами роботи обладнання, найбільш ефективною вважається рідинна система охолодження, також, поряд з нею, може застосовуватися змішаний принцип охолодження із застосуванням повітряного і рідинного охолодження.

Ще однією проблемою, на вирішення якої спрямовано корисну модель, є забезпечення ефективного відведення тепла від електронних компонентів з найбільшою тепловіддачею.

З рівня техніки відомі комбіновані охолоджуючі апарати, які додатково до активного циркуляційного контуру охолодження, такому як той, що приводиться у дію нагнітачем - циркуляційний контур охолодження або рідинно-охолоджуваний агрегат, мають пасивний циркуляційний контур охолодження або пасивний охолоджуючий елемент, наприклад, у вигляді теплообмінника рідина-повітря. У патенті на винахід [RU 2660812 МПК H05K 7/20327] розкрита шафа електротехнічного пристрою зі змішаною системою охолодження, що базується на застосуванні теплообмінника "рідина-повітря". У переважній формі реалізації описаного патенту один з двох циркуляційних контурів охолоджуючого пристрою є пасивним, а інший - активним, переважним чином, що приводиться в дію нагнітачем або циркуляційним насосом. При цьому перший теплообмінник в першому повітроводі і другий теплообмінник в другому повітроводі розташовані таким чином, що система трубопроводів пасивного циркуляційного контуру охолоджуючого засобу розташована в напрямку протікання повітря перед системою трубопроводів активного циркуляційного контуру охолоджуючого засобу. При цьому активний циркуляційний контур охолоджуючого засобу може бути виконаний рідинним.

До недоліків описаної конструкції можна віднести наявність декількох повітропроводів, що збільшує габарити пристрою, знижує герметичність, а також вимагає установки повітряних фільтрів з їх періодичною заміною. Також застосування такого обладнання у замкнутому просторі вимагає встановлення додаткової вентиляції для відводу підігрітого повітря з приміщення.

З патенту на винахід [RU 2650878, МПК H05K 7/20254] відома шафа радіоелектронної апаратури, корпус якої утворений бічними стінками і теплообмінниками, верхній теплообмінник у крайній верхній секції та нижній теплообмінник у крайній нижній секції виконані з плит з об'єднанням відповідної їм верхньої або нижньої перегородки корпусу і відповідного їм теплообмінника. Внутрішні теплообмінники виконані з плит з об'єднанням теплообмінників суміжних секцій і перегородок, що їх розділяють. Кожна з магістралей виконана у вигляді глибокого наскрізного отвору безпосередньо у відповідній їй боковій стінці. Змійовики у кожному з теплообмінників утворені пересіченими, наприклад, взаємно перпендикулярними отворами, виконаними безпосередньо у плитах і оснащені заглушками, встановленими з торців плит в отворах, перпендикулярних цим сторонам у місцях до перерізу одного отвору з іншим, крім отворів введення і виведення холодоагенту. З'єднувальні елементи для гідравлічного зв'язку кожної з магістралей з кожним із теплообмінників виконані у вигляді частково порожнистих втулок з отворами для проходження холодоагенту між магістральним отвором в бічній стінці і відповідним їй отвором змійовика плити, причому частково порожнисті втулки розташовані співвісно з отворами введення і виведення холодоагенту у кожному з теплообмінників.

До недоліків описаної конструкції можна віднести недостатню ефективність відведення тепла від електронних компонентів пристрою, а також відсутність системи циркуляції повітря у замкнутому просторі шафи.

З рівня техніки відомий варіант реалізації комірок із силовими електронними компонентами, який розкритий у патенті [US9113579 МПК H05K 7/20], відповідно до якого шафа містить вікна для введення охолоджуючого повітря. Всередині корпусу розташовані принаймні два модулі з силовими електронними компонентами, які розташовані таким чином, що розділені потоки повітря направляються безпосередньо в кожен модуль, при цьому принаймні два потоки перетинаються паралельно і разом виходять з шафи через відповідні отвори. При цьому

зазначені модулі містять термосифонний охолоджувач, який містить випарник для прийому першого теплового навантаження від функціонування кожного модуля, при цьому термосифонний охолоджувач містить конденсатор для передачі більшої частини першого теплового навантаження потоку охолоджуючого повітря при функціонуванні шафи.

5 Термосифонний охолоджувач містить конденсатор і випарник з множиною перших трубопроводів, який гідравлічно з'єднаний з множиною інших трубопроводів конденсатора. Множина перших трубопроводів механічно і термічно зв'язані з теплопередавальним елементом, на поверхні якого встановлені силові електронні компоненти.

До недоліків описаної конструкції можна віднести необхідність забезпечення відведення підігрітого повітря з приміщення, де встановлено дане обладнання, особливо в умовах істотного обмеження простору (наприклад машинне відділення корабля або серверна), також повітряного охолодження холодоагенту може бути недостатньо для повного відведення тепла, що виділяється, що може призвести до зниження ефективності роботи пристрою.

Як найближчий аналог прийнята система рідинного охолодження радіотехнічних пристроїв, яка відома з патенту на корисну модель № 38842 МПК H05K 7/20. Система рідинного охолодження радіотехнічних пристроїв містить додатковий бак, з'єднаний з розширювальним баком, підключену до додаткового бака своїми виходом і входом в рідинну магістраль, яка оснащена насосним агрегатом, датчиками тиску і температури, і теплообмінники відповідних радіотехнічних пристроїв, з'єднані з рідинною магістраллю. У рідинну магістраль введений охолоджуваний теплообмінник, розміщений у коробі з циркулюючою забортною водою, при цьому корпус, у якому розміщені додатковий і розширювальний баки і теплообмінник передавача, а також корпус, в якому розміщені насосний агрегат і теплообмінник мікроелектронних блоків, виконані в герметичному виконанні. Ділянка рідинної магістралі між корпусом пристрою і зовнішнім теплообмінником виконана у вигляді гнучкого двоканального трубопроводу з шарнірних ланок, а насосний агрегат містить шестеренчастий насос і привідний електродвигун, ротор якого встановлений на загальній осі з ведучою шестірнею шестеренчастого насоса і поміщений в герметичний стакан, що відокремлює порожнину ротора від статора привідного електродвигуна.

До недоліків описаного найближчого аналога можна віднести відсутність циркуляції повітря всередині герметичного електротехнічного пристрою, а також недостатньо ефективне відведення тепла від електронних компонентів через відсутність безпосереднього контакту з теплоносієм.

Задачею, що поставлена в основу корисної моделі, є реалізація ефективної системи охолодження електронних компонентів електротехнічного пристрою з розподіленою системою вентилявання та охолодження силових комірок електротехнічної шафи із забезпеченням прямого відведення тепла за допомогою холодоагенту.

Технічний результат, що досягається, полягає у підвищенні ефективності системи охолодження за рахунок поліпшення теплообміну між електронними компонентами та носієм холодоагенту, а також поліпшення циркуляції охолоджуючого повітря всередині замкнутого корпусу електротехнічного пристрою, що досягаються за допомогою забезпечення прямого контакту електронних компонентів з поверхнею теплоносія, а також розміщення теплообмінників рідина-повітря на шляху руху спрямованого потоку повітря, що в свою чергу дозволяє компактно розмістити електронні компоненти всередині шафи і приводить до зменшення його габаритів.

Суть корисної моделі полягає у тому, що система охолодження електротехнічного пристрою містить первинний і вторинний контури з холодоагентом. Первинний контур виконаний замкнутим і охоплює за рахунок системи трубопроводів силові комірки з електронними компонентами, повітряно-рідинний теплообмінник встановлений у межах траєкторії руху спрямованого потоку повітря від рециркуляційного вентилятора, встановленого у рамну конструкцію силової комірки. При цьому принаймні частина електронних компонентів встановлені на поверхні охолоджувачів у безпосередньому контакті з поверхнею носія холодоагенту, одна із поверхонь якого розміщена у одній площині з поверхнею охолоджувача.

Також, згідно з корисною моделлю, вторинний контур зв'язаний із зовнішнім джерелом холодоагенту і знаходиться у термічному контакті з первинним контуром за рахунок рідинного теплообмінника.

Первинний контур містить ємність компенсації температурного розширення холодоагенту.

Відповідно до переважаючого варіанта виконання електронні компоненти переважно встановлені на поверхні охолоджувачів, виконаних у вигляді алюмінієвих плит з принаймні одним поздовжнім пазом складної форми під установку носія холодоагенту.

Силові комірки містять електронні компоненти, охолоджувані спрямованим потоком повітря, а також електронні компоненти, встановлені на поверхні охолоджувачів у безпосередньому контакті із носієм холодоагенту.

Суть корисної моделі пояснюється, але не обмежується наступними кресленнями:

- 5 фіг. 1 - шафа електротехнічного пристрою, загальний вигляд;
- фіг. 2 - компонування електротехнічної шафи;
- фіг. 3 - охолоджувач дроселя;
- фіг. 4 - охолоджувач силових ключів IGBT;
- фіг. 5 - охолоджувач з носієм холодоагенту у розрізі;
- 10 фіг. 6 - охолоджувач дроселя, загальний вигляд;
- фіг. 7 - силова комірка шафи електротехнічного пристрою, у розрізі.

Відповідно до заявленого варіанта реалізації корисної моделі шафу електротехнічного пристрою (фіг. 1) виконано у моноблочному корпусі 1 рамної конструкції, розділеної на герметичні відсіки, серед яких можна виділити:

- 15 - відсік ввідної комутації 2;
- відсік випрямляча 3;
- відсік інвертора 4;
- відсік виведення 5;
- відсік шафи чилера 6.

- 20 Відсік 2 ввідної комутації містить ввідні автомати з поворотним вимикачем 7 (фіг. 1, 2), універсальний мікропроцесорний контролер 8 верхнього рівня з панеллю керування, винесеною на лицьову панель відсіку 2, також вказаний відсік містить фільтр 9 електромагнітної сумісності (ЕМС) і трансформатор 10.

- 25 Після відсіку 2 ввідної комутації розташований відсік випрямляча 3, який складається із силових комірок 11 випрямляча, зв'язаних із зазначеним відсіком 2 через набір запобіжників 12. Силові комірки випрямляча включені у первинний контур 13 системи рідинного охолодження за рахунок підвідних і відвідних трубопроводів 14, 15, що з'єднують силові комірки з трубопроводом 16, 17 подачі і відведення холодоагенту, відповідно.

- 30 Поруч із відсіком випрямляча 3 розміщений відсік інвертора 4, який має компоновку, схожу з відсіком випрямляча 3. Силові комірки інвертора 18 також включені у первинний контур системи рідинного охолодження за рахунок підвідних 19 і відвідних 20 трубопроводів, що з'єднують силові комірки 18 з трубопроводом 16, 17 подачі і відведення холодоагенту, відповідно. Відсік виведення 5 встановлений слідом за відсіком інвертора 4 і виконує функції підключення керованого обладнання. Також, відповідно до одного з можливих варіантів реалізації, є окремий відсік чилера 6. Відсік чилера 6 містить рідинний теплообмінник 21, що забезпечує термічний контакт первинного 13 і вторинного 22 контурів системи рідинного охолодження. Первинний контур виконаний замкненим і може містити різні типами холодоагентів, зокрема поліпропіленгліколь або дистильовану воду.

- 40 Теплообмінник 21 виконаний пластинчастим і забезпечує поділ рідинних контурів. Вторинний контур 22 може бути зв'язаний з будь-яким зовнішнім джерелом холодоагенту через фланці 23 (фіг. 1, 2) у нижній частині відсіку. Також зазначений відсік 6 містить ємність 24 компенсації температурного розширення рідини у первинному контурі, циркуляційний насос 25 забезпечує рух холодоагенту у замкненому циклі, пристрої 26 вимірювання параметрів теплоносія на вході і виході циркуляційного насоса 25. Трубопроводи оснащені запірною арматурою, зокрема автоматизованою заслінкою 27, що дозволяє поступово змінювати температуру холодоагенту у первинному контурі.

- 45 Силові комірки відсіків випрямляча 3 і інвертора 4 (фіг. 3) оснащені теплообмінником "рідина-повітря" 28, що обдувається за рахунок рециркуляційного вентилятора 29, встановленого у рамній конструкції, наприклад поперечній перегородці 30 корпусу відповідної
- 50 силової комірки, при цьому теплообмінник 28 вбудований у перегородку 30, яка сконфігурована з можливістю забезпечення спрямованого потоку повітря за рахунок направляючої 39. Також заявлений пристрій додатково оснащено елементами 40 підігріву, що забезпечують захист від утворення конденсату всередині оболонки. Принаймні частину електронних компонентів зазначених силових комірок встановлено на поверхні охолоджувачів 31 (фіг. 4, 5) у
- 55 безпосередньому контакті з поверхнею носія холодоагенту, одна з поверхонь якого знаходиться у площині поверхні охолоджувача. Інша частина електронних компонентів силової комірки, переважно слабкострумівих, встановлені над поверхнею рідинно-повітряного охолоджувача і охолоджуються спрямованим потоком повітря від вентилятора 29, встановленого під перегородкою 30 силової комірки.

Зазначене конструктивне виконання силових комірок підвищує ефективність системи охолодження за рахунок поліпшення теплообміну між електронними компонентами та носієм холодоагенту, а також поліпшення циркуляції охолоджуючого повітря всередині замкнутого корпусу електротехнічного пристрою, що дозволяє компактно розмістити електронні компоненти

5 всередині шафи і приводить до зменшення її габаритів.

Відповідно до переважного варіанта реалізації, на поверхні охолоджувачів встановлюють переважно силові електронні компоненти, зокрема дросель 32 (фіг. 6) силовій комірці випрямляча, варіант виконання охолоджувача 31 якого показаний на фіг. 4. Охолоджувач 31 силовій комірці інвертора може мати вигляд, наведений на фіг. 5, дане виконання охолоджувача передбачає установку силових ключів IGBT 41 інвертора. У наведених варіантах реалізації охолоджувача 31, електронні компоненти переважно встановлені на його поверхні, зокрема на поверхні алюмінієвих плит 33 (фіг. 7) з принаймні одним поздовжнім пазом 34 складної форми під установку носія 35 холодоагенту. Наведений варіант виконання паза дозволяє здійснити надійну фіксацію носія 35 холодоагенту з можливістю компенсації його

15 температурного розширення у межах паза за рахунок зубця 36, влаштованого у верхній частині паза, і утворених зон 42 компенсації деформації. При цьому поверхня 37 носія 35 холодоагенту і поверхня 38 охолоджувача формують одну площину під установку електронних компонентів.

Корисна модель працює в такий спосіб.

Всередині первинно рідинного контуру 13 під впливом рециркуляційного насоса у замкнутому циклі циркулює холодоагент, який, проходячи рідинний теплообмінник 21, віддає тепло у вторинний контур системи охолодження, зв'язаний із зовнішнім джерелом холодоагенту. Далі по трубопроводу 16 через підвідні трубопроводи 14, 19 холодоагент подається у силові комірці відсіків випрямляча і інвертора, де розподіляється і надходить на охолоджувачі 31 силових електронних компонентів а також рідинно-повітряний теплообмінник

25 28, проходячи через який охолоджує потік повітря від рециркуляційного вентилятора 29, встановленого у перегородку рамної конструкції силовій комірці. Після проходження силових комірок холодоагент через відвідні трубопроводи 15, 20 по трубопроводу 17 подається у відсік чилера 6, де після проходження рідинного теплообмінника 21 повторно надходить у первинний контур системи охолодження.

Зазначена система рідинного охолодження оснащена інтелектуальною системою автоматичного регулювання температури всередині шафи електротехнічного пристрою, що базується на командах програмованого мікропроцесорного контролера, який формує керуючі сигнали на основі показань приладів вимірювання параметрів холодоагенту (теплоносія) і температури всередині замкнутого корпус шафи.

Сукупність суттєвих корисної моделі сприяє досягненню зазначеного технічного результату, підвищуючи ефективність системи охолодження шафи електротехнічного пристрою за рахунок поліпшення теплообміну між електронними компонентами та носієм холодоагенту, а також поліпшення циркуляції охолоджуючого повітря всередині замкнутого корпусу електротехнічного пристрою. Досягнення зазначеного технічного результату, виходячи з причинно-наслідкового зв'язку, дозволяє компактно розмістити електронні компоненти всередині корпусу зазначеного пристрою, що призводить до зменшення його габаритів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 1. Шафа електротехнічного пристрою з рідинною системою охолодження, що містить розміщені у герметичному корпусі слабкострумові і силові електронні компоненти, принаймні один рідинний теплообмінник, розміщений у термічному контакті із вказаними електронними компонентами, а також трубопровід із запірною арматурою і пристроями вимірювання параметрів теплоносія, зв'язаними з автоматичною системою управління, яка **відрізняється**

50 тим, що система охолодження містить первинний і вторинний контури з холодоагентом, причому первинний контур виконаний замкнутим і охоплює за рахунок системи трубопроводів силові комірці з електронними компонентами, повітряно-рідинний теплообмінник встановлений у межах траєкторії руху спрямованого потоку повітря від рециркуляційного вентилятора, встановленого у рамну конструкцію силовій комірці, при цьому принаймні частина електронних

55 компонентів встановлені на поверхні охолоджувачів у безпосередньому контакті з поверхнею носія холодоагенту, одна із поверхонь якого розміщена у одній площині з поверхнею охолоджувача.

2. Шафа електротехнічного пристрою з рідинною системою охолодження за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вторинний контур зв'язаний із зовнішнім джерелом холодоагенту і

60 знаходиться у термічному контакті з первинним контуром за рахунок рідинного теплообмінника.

3. Шафа електротехнічного пристрою з рідинною системою охолодження за п. 1, яка **відрізняється** тим, що первинний контур містить ємність компенсації температурного розширення холодоагенту.
- 5 **відрізняється** тим, що електронні компоненти переважно встановлені на поверхні охолоджувачів, виконаних у вигляді алюмінієвих плит, з принаймні одним поздовжнім пазом складної форми під установку носія холодоагенту.
- 10 5. Шафа електротехнічного пристрою з рідинною системою охолодження за п. 1, яка **відрізняється** тим, що силові комірки містять електронні компоненти, охолоджувані спрямованим потоком повітря, а також електронні компоненти, встановлені на поверхні охолоджувачів у безпосередньому контакті із носієм холодоагенту.

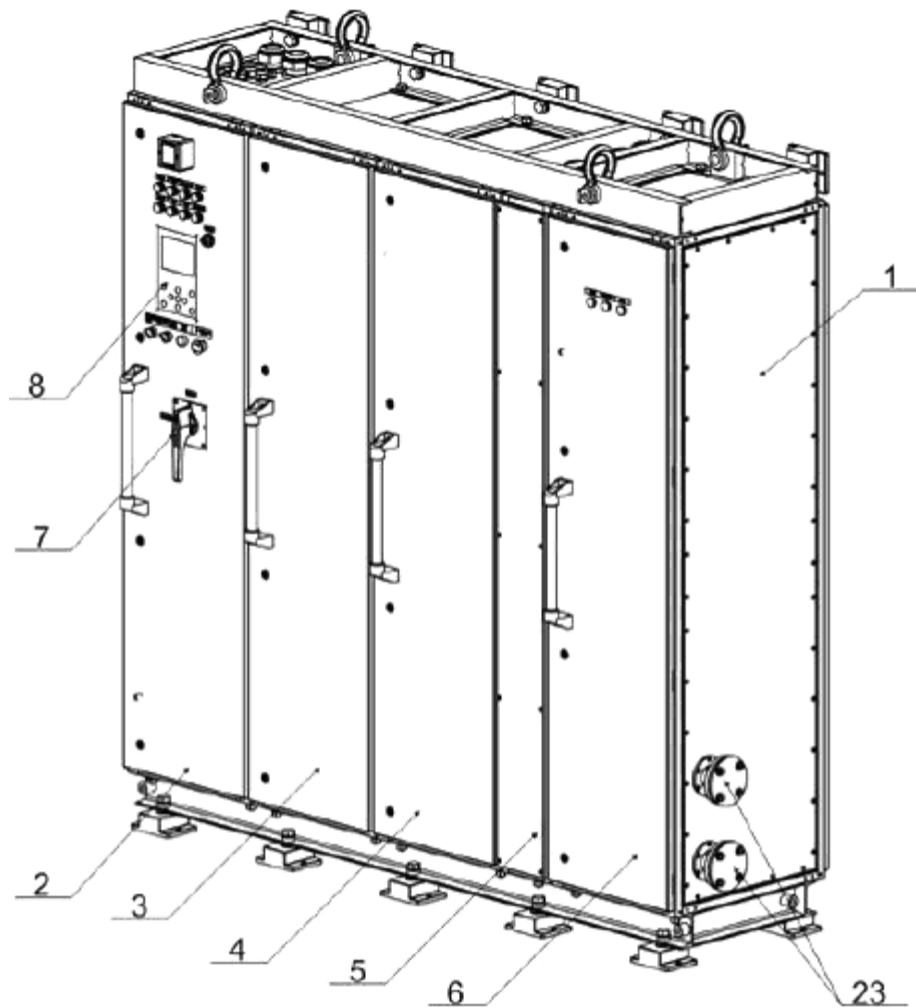


Fig. 1

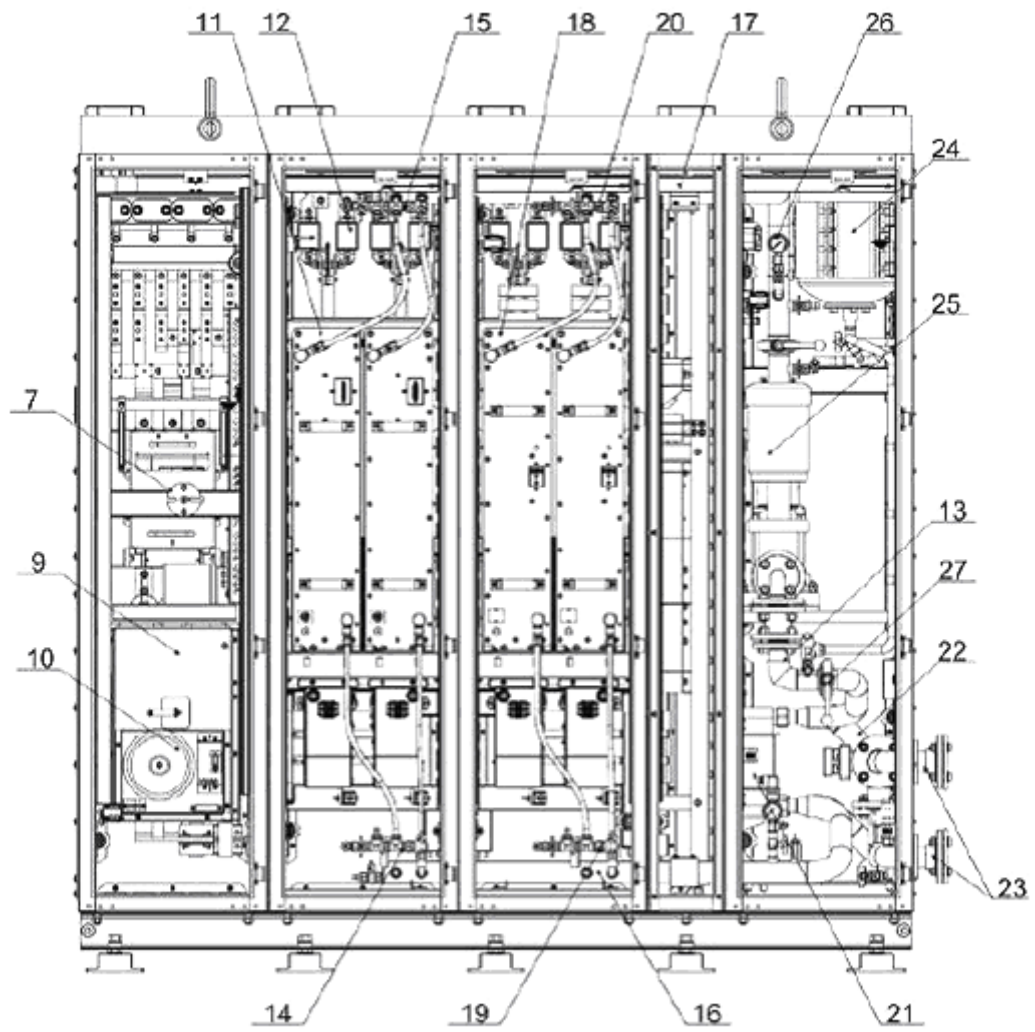
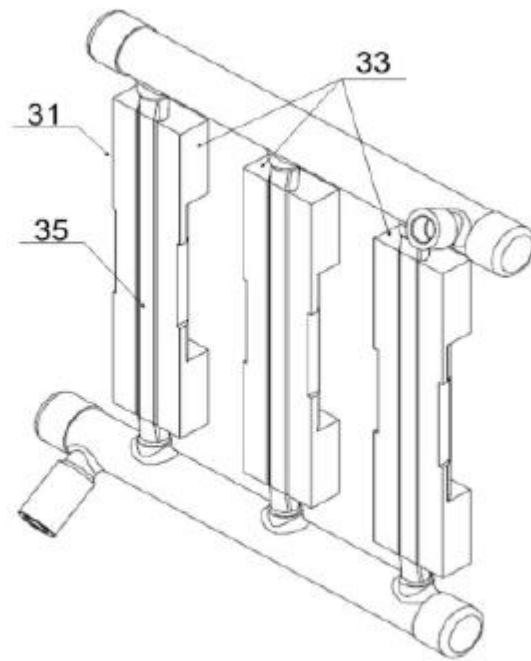
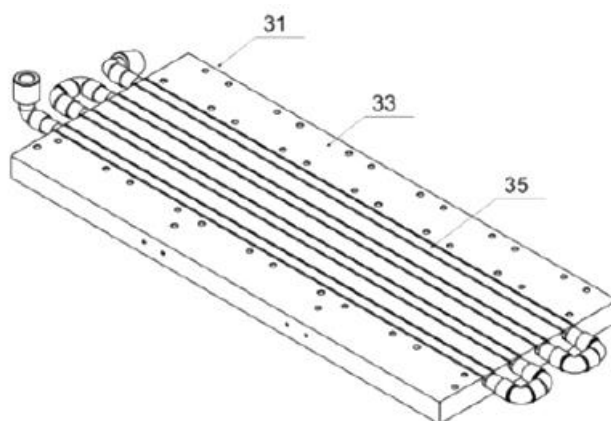


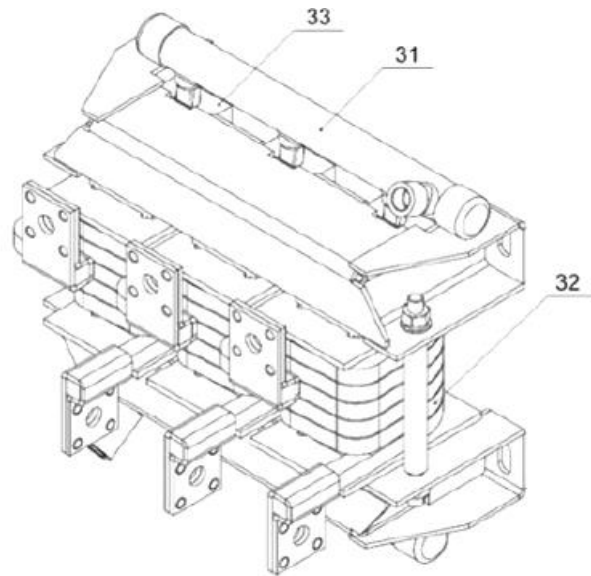
Fig. 2



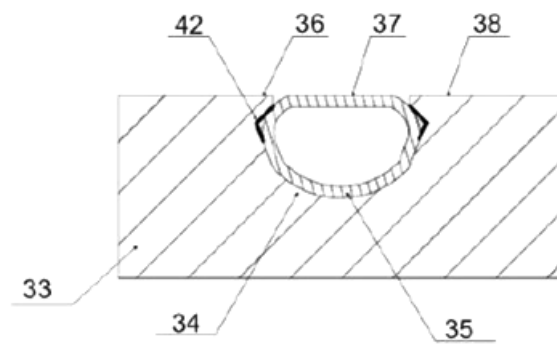
Фиг.3



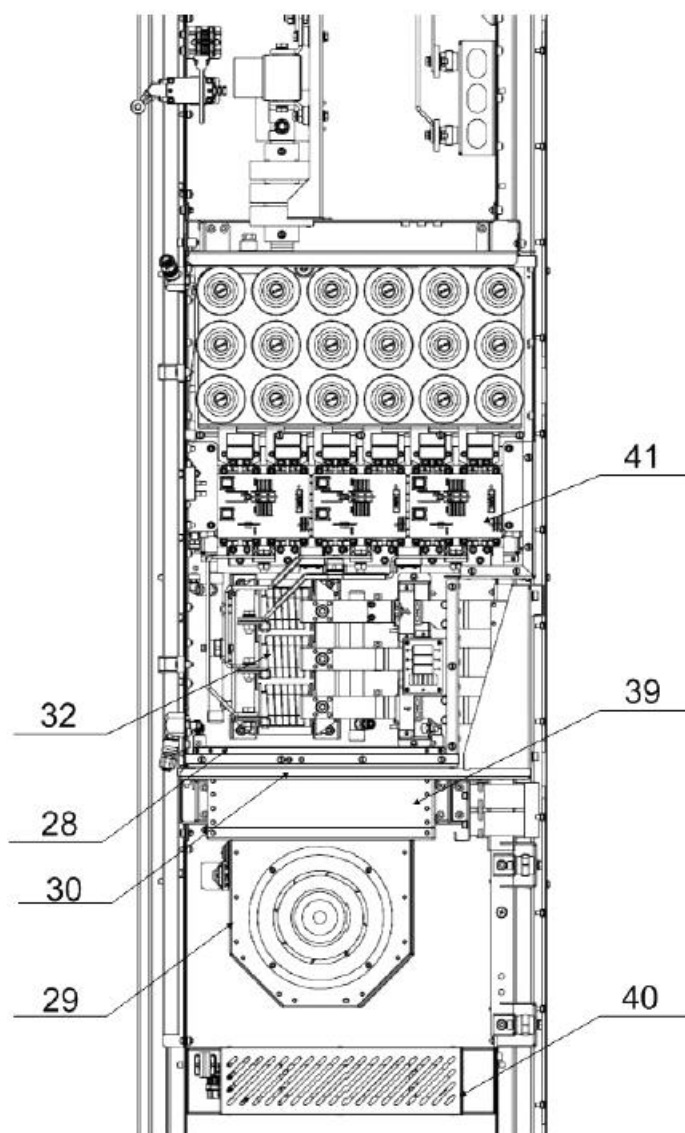
Фиг.4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг.7

Комп'ютерна верстка В. Юкін

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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