



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **75299** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**F24H 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

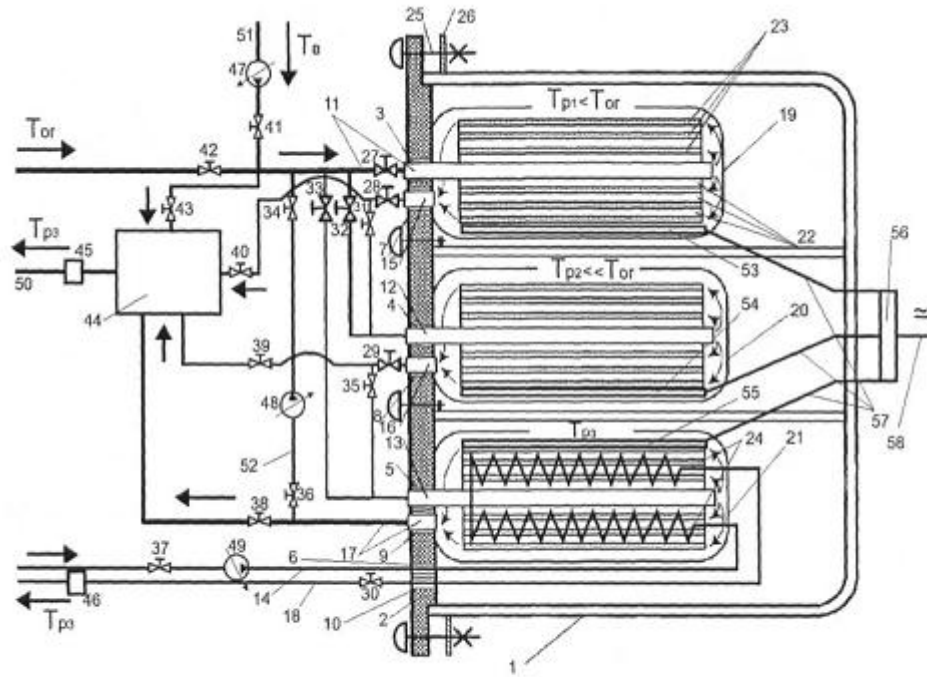
(21) Номер заявки:	<b>u 2012 06150</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Грицук Ігор Валерійович (UA), Краснокутська Зоя Ігорівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>21.05.2012</b>	(73) Власник(и):	<b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Суворова, 1, м. Київ-10, 01010 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>26.11.2012</b>	(74) Представник:	<b>Краснокутська Зоя Ігорівна</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>26.11.2012, Бюл.№ 22</b>		

## (54) ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ

### (57) Реферат:

Тепловий акумулятор фазового переходу, що містить не менше двох блоків капсул з різним теплоакумулюючим матеріалом, розміщених в одному вакуумованому корпусі, має спільні вхідний і вихідний трубопроводи, причому впускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з вхідним трубопроводом, а випускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з впускними трубами блоків з більш низьким діапазоном робочих температур і на кожній перепускній трубі встановлено запірний клапан. Тепловий акумулятор містить не менше двох блоків секцій з різним теплоакумулюючим матеріалом, розділених перегородками і розміщених в одному теплоізовованому (вакуумованому) корпусі, має спільні впускний трубопровід газоподібного теплоносія і повітряний трубопровід з нагнітальним насосом, випускний трубопровід газоподібного теплоносія, зі встановленим на ньому датчиком робочої температури, змішувальну камеру, в яку входять випускні трубопроводи блоків секцій, і повітряний трубопровід.

UA 75299 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до транспортного та енергетичного машинобудування, зокрема до двигунобудування, а саме до пристроїв розігріву і підтримки необхідної температури двигунів внутрішнього згорання, встановленої заводською інструкцією або умовами експлуатації, і може бути застосована в процесі експлуатації будівельних, дорожніх, лісозаготівельних машин, автомобілів, тепловозів і іншої мобільної наземної техніки, а також стаціонарних енергетичних засобів із двигунами внутрішнього згорання в умовах негативних температур навколишнього повітря або, якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) приводного двигуна не відповідає встановленим вище вимогам.

Відомий тепловий акумулятор фазового переходу, що складається з теплоізовованого вакуумованого циліндричного корпусу, знімної кришки, вхідного і вихідного отворів. У ці отвори запресовані впускна і випускна труби. У середині корпусу знаходиться теплообмінник, що складається з коаксіально розташованих циліндричних капсул. Капсули заповнені теплоакумулюючим матеріалом. Теплообмінник монтується на знімній кришці за допомогою болтового з'єднання і приварюється до корпусу. Даний акумулятор включений в систему охолодження двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) мобільної машини [1].

Недоліком теплового акумулятора є те, що така конструкція не може забезпечити прогрів теплоносія від температури навколишнього середовища вище  $+50^{\circ}\text{C}$  і регулювання кількості теплоти, що подається, а крім цього, тепловий акумулятор не має можливості додатково використовувати сторонні джерела енергії для підготовки його до здійснення роботоzдатності [1].

Відомий тепловий акумулятор фазового переходу, який містить теплоізовований вакуумований циліндричний корпус зі знімною кришкою, що має вхідний і вихідний отвори, впускну і випускную труби, блок капсул, заповнених однаковим теплоакумулюючим матеріалом і виконаних з коаксіально розташованих циліндрів з утворенням між ними кільцевих зазорів для проходу рідкого теплоносія. Він містить не менше двох блоків капсул з різним теплоакумулюючим матеріалом, розміщених в одному вакуумованому корпусі, має спільні вхідний і вихідний трубопроводи, причому впускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з вхідним трубопроводом, а випускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з впускними трубами блоків з більш низьким діапазоном робочих температур і на кожній перепускній трубі встановлено запірний клапан.

Такий акумулятор дозволяє здійснювати відбір теплової енергії від відпрацьованих газів ДВЗ в більш широкому температурному діапазоні і тим самим накопичувати і утримувати більшу кількість теплоти, а також забезпечує вибірковість діапазону робочих температур.

Недоліком теплового акумулятора є те, що описана конструкція не може забезпечити фіксований в допустимому інтервалі температур прогрів газоповітряного теплоносія, який подається в блок циліндрів двигуна (у районі ванни для накопичення і колінчастого вала) на рівні робочих температур оливи і самого двигуна з потрібною продуктивністю з одночасним підігрівом охолоджуючої рідини системи охолодження, а виконує їх послідовно, переміщуючи використовуваний теплоносій, через всі наявні в його конструкції блоки (або прогрів блока циліндрів, або підігрів системи охолодження), а також регулювання теплоти, що подається, за допомогою одних тільки запірних клапанів здійснюється кількісно. Крім цього, представлена конструкція не забезпечує можливість використовувати запасену теплоту кожного з блоків окремо (зокрема блока з високим діапазоном робочих температур), а змушує працювати їх лише послідовно. Представлена конструкція також не має можливості здійснювати автономно перезарядку (власний підігрів) блока з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків з більш високим діапазоном робочих температур, а також у теплового акумуляторі відсутня можливість додаткового заряджання його від сторонніх джерел енергії [2].

Задача корисної моделі підвищити ефективність використання палива та утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні, підтримання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур "гарячого прогріву" ( $50-70^{\circ}\text{C}$ , в залежності від експлуатаційних вимог і заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або, якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам, а також одночасного підтримання температури теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно по двох потоках як газоповітряному, так і рідкому, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш вузьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ, а також додаткового заряджання теплового акумулятора електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі або стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора, або рекуперативної системи

транспортного засобу через блок керування і розподілу напруг електронагрівачів за допомогою силового електрокабелю від вказаного джерела електроенергії.

Запропонований тепловий акумулятор фазового переходу має в своїй конструкції не менше двох блоків секцій (у нашому випадку три) з різним теплоакуючим матеріалом, розділених перегородками і розміщених в одному теплоізолюваному (вакуумованому) корпусі, має спільні впускний трубопровід газоподібного теплоносія і повітряний трубопровід з нагнітальним насосом, впускний трубопровід газоподібного теплоносія, зі встановленим на ньому датчиком робочої температури, змішувальну камеру, в яку входять впускні трубопроводи блоків секцій, і повітряний трубопровід, причому впускні трубопроводи блоків секцій пов'язані перепускними трубопроводами з вхідним трубопроводом газоподібного теплоносія і повітряним трубопроводом, а впускні трубопроводи блоків секцій, з встановленими на кожному з них запірними клапанами, пов'язані перепускними трубами між собою і зі змішувальною камерою, в яку входить повітряний трубопровід, на який також встановлені запірні клапани, крім цього, на перепускному трубопроводі між блоками секцій встановлені запірні клапани і нагнітальний насос, впускний трубопровід рідинного теплоносія, зі встановленими запірним клапаном і нагнітальним насосом, з'єднаний з нагрівальними елементами рідинного теплоносія блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур, і впускним трубопроводом рідинного теплоносія через запірний клапан, зі встановленим на ньому датчиком робочої температури, а як джерело електроенергії для додаткового заряджання теплового акумулятора за допомогою електронагрівальних елементів секцій теплового акумулятора, блока керування і розподілу напруг електронагрівачів, силового електрокабелю і джерела електроенергії, за яке може бути використана електрична мережа, стаціонарне джерело електроенергії, електрогенератор або рекуперативна система транспортного засобу [3].

На кресленні показано схему запропонованого теплового акумулятора фазового переходу.

Тепловий акумулятор фазового переходу складається з вакуумованого корпусу 1, знімної кришки 2, що має вхідні 3, 4, 5, 6 і вихідні 7, 8, 9, 10 отвори, в які встановлені впускний трубопровід газоподібного теплоносія 11, впускні 12, 13 і впускні 15, 16, 17 трубопроводи блоків, впускний 14 і впускний 18 трубопроводи рідинного теплоносія. До впускного трубопроводу газоподібного теплоносія 11 примикає повітряний трубопровід 51, який забезпечений нагнітальним насосом 47 і запірним клапаном 41. Усередині корпусу знаходяться блоки секцій 19, 20, 21, що складаються з циліндричних коаксіально розташованих капсул, заповнених фазоперехідним теплоакуючим матеріалом 22 з кільцевими зазорами 23 для проходу газоподібного теплоносія (відпрацьовані гази ДВЗ), з встановленими в блоках секцій відповідно електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, що з'єднані з джерелом електроенергії 58 за допомогою блока керування і розподілу напруг електронагрівачів 56 і силового електрокабеля 57. Крім цього, в блоці секції 21 встановлені нагрівальні елементи 24 рідинного теплоносія блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур. Вся конструкція теплообмінника змонтована на знімній кришці 2, яка закріплена за допомогою болтових з'єднань 25 до елементів кріплення корпусу 26, встановлених на самому корпусі. Впускний трубопровід газоподібного теплоносія 50 з датчиком 45 робочої температури приєднаний до змішувальної камери 44, в яку підходять впускні трубопроводи блоків 15, 16, 17 і повітряний трубопровід 51. Впускний трубопровід 18 рідинного теплоносія з датчиком робочої температури 46 приєднаний до нагрівальних елементів 24 рідинного теплоносія блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур, встановленим у блоці секції 21, які приєднані до впускного трубопроводу рідинного теплоносія 14 із нагнітальним насосом 49 і запірним клапаном 37 (встановлення нагрівальних елементів всередині циліндричних капсул умовно не показано). Регулювати кількість тепла, що подається, в змішувальну камеру 44 і, відповідно, до впускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50 дозволяє наявність на перепускних трубопроводах запірних клапанів 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, а автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) блока секції 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків секцій 19, 20 з більш високим діапазоном робочих температур дозволяє наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітальним насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36.

Пристрій працює таким чином. При роботі ДВЗ потік відпрацьованих газів  $T_{ог}$  надходить через впускний трубопровід газоподібного теплоносія у впускний трубопровід газоподібного теплоносія 11, потім проходить через кільцеві отвори для проходу газоподібного теплоносія 23, виходить з блока секцій 19 зі середньотемпературним теплоакуючим матеріалом, температура фазового переходу якого нижче найвищої температури відпрацьованих газів ( $T_{p1} < T_{ог}$ ) у впускний трубопровід блока 15 і далі, проходячи послідовно через блок секції 20 з теплоакуючим матеріалом, температура фазового переходу якого набагато нижче найвищої температури відпрацьованих газів ( $T_{p2} \ll T_{ог}$ ), через впускні 12, 13 і впускний 16

трубопроводи блоків до блока з низькотемпературним теплоакумуючим матеріалом ( $T_{p3}$ ), виходить через вихідний трубопровід блока 17 і подається через запірний клапан 38 в змішувальну камеру 44 і через датчик робочої температури 45 до випускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50. При цьому теплоакумуючий матеріал кожного з блоків секцій 19, 20, 21, що знаходиться в циліндричних коаксіально розташованих капсулах 22, нагрівається у твердій фазі до температури плавлення, плавиться, а потім нагрівається в рідкій фазі до деякої температури, при якій настає теплова рівновага між ним і відпрацьованими газами, причому робоча температура кожного з блоків секцій встановлюється температурою фазового переходу теплоакумуючого матеріалу цієї секції. Окрім накопичення теплоти газоподібного теплоносія в блоці секції 21 здійснюється нагрівання і накопичення рідинного теплоносія до температури  $T_{p3}$  за допомогою нагрівальних елементів 24 рідинного теплоносія блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур і впускного 14 і випускного 18 трубопроводів рідинного теплоносія, що нагнітає насос 49, і запірного клапана 37, і подається в систему охолодження ДВЗ. Процес акумулювання теплоти в тепловому акумуляторі фазового переходу здійснюється за рахунок наявності вакуумованого корпусу 1 з перегородками.

Як теплоносії в режимі накопичення теплоти використовуються відпрацьовані гази, а робочими блоками є всі блоки секції акумулятора 19, 20, 21, в яких накопичується теплота в теплоакумуючому матеріалі.

Віддача акумулятором теплової енергії в загальному випадку здійснюється шляхом прокачування теплоносіїв газоповітряного та рідкого через вхідний трубопровід газоподібного теплоносія 11, впускні і випускні трубопроводи блоків секцій 19, 20, 21, кільцеві зазори для проходження газоподібного теплоносія 23 і випускний трубопровід 17, змішувальну камеру 44 і випускний трубопровід газоподібного теплоносія 50, а також за допомогою нагнітального насоса 49, впускного 14 і випускного 18 трубопроводів рідинного теплоносія через нагрівальні елементи 24 рідинного теплоносія блока секції 21 з більш низьким діапазоном робочих температур. При цьому відбувається зворотний фазовий перехід, в результаті якого теплоакумуючий матеріал кристалізується і віддає раніше запасену енергію теплоносію, який нагрівається від температури матеріалу теплового акумулятора і передає цю енергію деталям, механізмам і системам двигуна.

Як теплоносії в режимі прогріву ДВЗ використовується повітря і охолоджуюча рідина системи охолодження, а робочими блоками є всі блоки секцій акумуляторів 19, 20, 21, через які віддається накопичена теплота теплоносію.

Автономну перезарядку (власний підігрів) блока 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків з більш високою температурою дозволяє здійснити наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітальним насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36, а робочими блоками також є всі блоки секції акумулятора 19, 20, 21, через які віддається накопичена теплота теплоносію. При цьому теплоносієм є повітря з навколишнього середовища, який подається через більш нагріті блоки секцій теплового акумулятора з більш високим діапазоном робочих температур і подається до блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур. Після цього подача свіжого повітря з навколишнього середовища припиняється і теплоносії, який вже надійшов в тепловий акумулятор, переміщується за допомогою нагнітального насоса 48 в ньому до того моменту, поки температура блока 21 секції з більш низьким діапазоном робочих температур не досягне встановлених теплоакумуючим матеріалом меж.

Регулювати кількість тепла, що подається, в змішувальну камеру 44, і, відповідно, до випускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50 дозволяє наявність на перепускних трубопроводах запірних клапанів 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, а автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) секції блока 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від секцій блока 19, 20 з більш високим діапазоном робочих температур дозволяє наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітальним насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36.

Для додаткового заряджання теплового акумулятора його оснащено електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, які дають змогу заряджати його від джерела електроенергії 58 за допомогою блока керування і розподілу напруг електронагрівачів 56 і силового електрокабелю 57. Як джерело електроенергії 58 може бути використана електрична мережа або стаціонарне джерело електроенергії, електрогенератор або рекуперативна система транспортного засобу. Застосування даного пристрою дозволить:

а) зменшити витрати палива на прогрів ДВЗ в холодну пору року, тим самим підвищуючи ефективність його використання;

б) досягти більшої зручності в утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні;

в) підтримувати температуру охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур "гарячого прогріву" (50-70 °С, в залежності від експлуатаційних вимог й заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря, або, якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і пального) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам;

г) одночасно підтримувати температури теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно по двох потоках як газоповітряному, так і в рідинному, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш низьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ;

д) автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) секції блока з більш низьким діапазоном робочих температур від секцій блока з більш високим діапазоном робочих температур;

е) додаткове заряджання теплового акумулятора при його оснащенні електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі, стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора або рекуперативної системи транспортного засобу.

Джерела інформації:

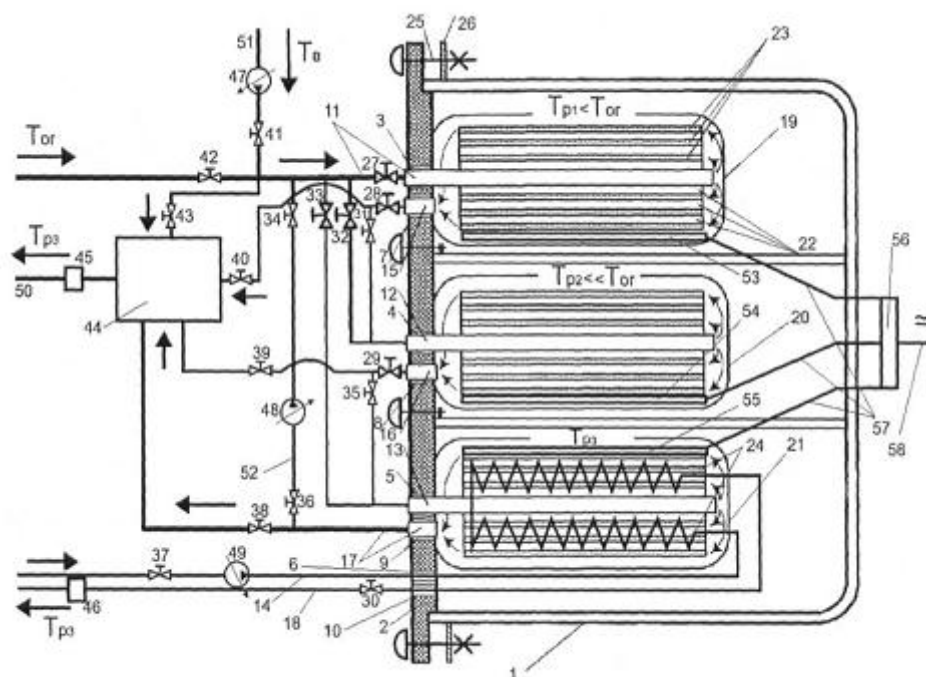
1. Патент РФ 2187049 СІ МКИ 7F 24 Н 7/00. Тепловой аккумулятор фазового перехода / В.В. Шульгин, С.Д. Гулин, Г.И. Никифоров, Ю.Г. Кинев, О.В. Кранивко, Г.М.Золотарев (РФ).- №2000132463/06; Заявлено 25.12.2000; Опубл. 10.08.2002, Бюл. № 22

2. Патент на полезную модель RU № 65191 U1 МКП F24H 7/02 (2006.01). Тепловой аккумулятор фазового перехода / Д.Я.Носырев, НБ.Четырховцева (РФ).-№2007100281/22; Заявлено 09.01.2007; Опубл. 27.07.2007, Бюл. №21.

3. Черняк Ю.В., Прилепський Ю.В., Грицук І.В. Фізична модель рекуперативної системи маневрового тепловозу: Монографія. - Донецьк. - 2010. - 196С. ISBN 978-966-8707-28-5.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Тепловий акумулятор фазового переходу, що містить не менше двох блоків капсул з різним теплоакуючим матеріалом, розміщених в одному вакуумованому корпусі, має спільні вхідний і вихідний трубопроводи, причому впускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з вхідним трубопроводом, а випускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з впускними трубами блоків з більш низьким діапазоном робочих температур і на кожній перепускній трубі встановлено запірний клапан, який **відрізняється** тим, що він містить не менше двох блоків секцій з різним теплоакуючим матеріалом, розділених перегородками і розміщених в одному теплоізолюваному (вакуумованому) корпусі, має спільні впускний трубопровід газоподібного теплоносія і повітряний трубопровід з нагнітальним насосом, випускний трубопровід газоподібного теплоносія, зі встановленим на ньому датчиком робочої температури, змішувальну камеру, в яку входять випускні трубопроводи блоків секцій і повітряний трубопровід, причому впускні трубопроводи блоків секцій пов'язані перепускними трубопроводами з вхідним трубопроводом газоподібного теплоносія і повітряним трубопроводом, а випускні трубопроводи блоків секцій, зі встановленими на кожному з них запірними клапанами, пов'язані перепускними трубами між собою і зі змішувальною камерою, в яку входить повітряний трубопровід, на який також встановлені запірні клапани, крім цього, на перепускному трубопроводі між блоками секцій встановлені запірні клапани і нагнітальний насос, впускний трубопровід рідинного теплоносія, зі встановленими запірним клапаном і нагнітальним насосом, з'єднаний з нагрівальними елементами рідинного теплоносія блока секції з більш низьким діапазоном робочих температур, і випускним трубопроводом рідинного теплоносія через запірний клапан, з встановленим на ньому датчиком робочої температури, електронагрівальні елементи секцій теплового акумулятора, блок керування і розподілу напруг електронагрівачів, силовий електрокабель та джерело електроенергії.



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