



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 120838

(13) C2

(51) МПК

F24S 10/75 (2018.01)

F28F 1/40 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2016 01495	(72) Винахідник(и):	Вюйерм Валері (FR), Брюш Арно (FR), Флері Гатьєн (FR), Булей Бенуа (FR), Дюамель Жан-Марк (FR)
(22) Дата подання заявки:	18.07.2014	(73) Власник(и):	КОМІСАРІАТ А Л'ЕНЕРЖІ АТОМІК Е О ЕНЕРЖІЗ АЛЬТЕРНАТІВ, 25 rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F- 75015 Paris, France (FR), МАНЕСМАН ПРЕСІЗЬОН ТЮБ ФРАНС, Z.I. Sud La Saunière, Chéu, F-89600 St- Florentin, France (FR)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.02.2020	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13354028.6	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 26941 C1, 29.12.1999 JP S5341836 A, 15.04.1978 CN 101806507 A, 18.08.2010 JP S5135141 A, 25.03.1976 DE 2800439 A1, 12.07.1979
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.07.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.05.2016, Бюл.№ 10		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.02.2020, Бюл.№ 4		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2014/065568, 18.07.2014		

(54) КОРПУС СОНЯЧНОГО ПОГЛИНАЧА ДЛЯ СИСТЕМИ КОНЦЕНТРАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ І СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ СОНЯЧНОГО ПОГЛИНАЧА**(57) Реферат:**

Корпус (1) сонячного поглинача для системи концентрації сонячної енергії містить трубу (2), вузол (3) ребер і вибірне покриття. Труба (2) виконана з можливістю вміщування теплопередавального середовища (10) і містить першу частину, призначену для впливу сонячного світла, і другу частину, непризначену бути здатною до впливу сонячного світла. Труба (2) має номінальний діаметр в діапазоні DN15-DN80 і виконана з першого матеріалу. Ребра вузла (3) утворюють щонайменше два подовжні проходи всередині труби. Згадані подовжні проходи є суміжними в площині перерізу, перпендикулярній подовжній осі труби. Вибірне покриття розташоване щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби (2). Ребра виконані з вказаного першого матеріалу, алюмінієвого сплаву або мідного сплаву і мають товщину від 0,5 мм до 4 мм з утворенням безперервного теплового моста всередині труби щонайменше від частини внутрішньої поверхні першої частини труби щонайменше до частини внутрішньої поверхні другої частини труби. Тепловий міст проходить через поперечний переріз труби і утворює теплове з'єднання з першою частиною і другою частиною.

UA 120838 C2

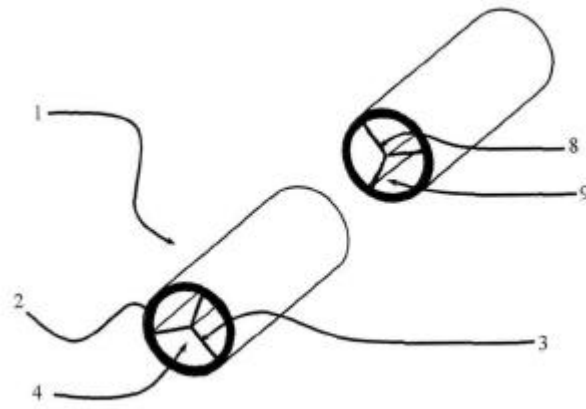


Fig. 2

ОПИС

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Вінахід стосується корпусу сонячного поглинача для системи концентрації сонячної енергії, що містить трубу, виконану з можливістю утримування теплопередавального середовища, і що

5 містить вузол ребер, виконаний з теплопровідного матеріалу.

Вінахід також стосується способу виготовлення корпусу сонячного поглинача, причому згаданий спосіб містить етапи:

- забезпечення труби, виконаної з можливістю утримування теплопередавального середовища,

10 - вставляння в трубу вузла ребер, виконаного з теплопровідного матеріалу,

- холодного протягання труби і вузла ребер за одну операцію, так, щоб обтиснути вузол ребер в трубі.

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

15 Системи концентрації сонячної енергії виконані з можливістю збирання тепла за допомогою поглинання сонячного світла. Звичайно сонячне світло концентрується і фокусується на корпусі сонячного поглинача, що містить теплопередавальне текуче середовище (пару, масло або інше теплопередавальне середовище). Корпус сонячного поглинача може являти собою, наприклад, довгасту трубу поглинача, через внутрішню частину якої тече теплопередавальне текуче середовище. Корпус сонячного поглинача поглинає сонячне світло і перетворює його в тепло.

20 Потім тепло передається до теплопередавального текучого середовища. При цьому температура текучого середовища сильно збільшується.

Теплопередавальне текуче середовище може бути використане в стандартному турбінному генераторі для виробництва електрики. Наприклад, параболоциліндри, відбивачі Френеля і баштові сонячні електростанції можуть бути використані для перетворення сонячного світла в

25 теплову і електричну енергію.

Загалом, корпус сонячного поглинача містить підкладку, зазвичай довгасту трубу, покриту вибірним покриттям, що містить шар, який відбиває інфрачервоне світло, шар, що поглинає сонячне світло, і частіше всього противідбивний шар.

30 Вибірне покриття повинно мати конкретні оптичні властивості, такі як сильне поглинання сонячного випромінювання і низький коефіцієнт теплового випромінювання. Більше того, вибірне покриття повинне бути теплостійким без погіршення властивостей відбиття і поглинання. Термін служби вибірного покриття, серед іншого, залежить від робочої атмосфери, максимальної робочої температури і від зміни температур біля зовнішньої поверхні труби.

35 Труба корпусу сонячного поглинача піддається опроміненню тільки по напівциліндричній поверхні, тобто, там, куди сфокусоване сонячне світло. Отже, труба піддається великим ободовим змінам теплового потоку на його зовнішній поверхні, що викликають ободові теплові перепади на зовнішній поверхні труби. Ці теплові перепади, з одного боку, викликають теплові механічні напруження і, з іншого боку, область підвищеної температури, яка прискорює погіршення вибірного покриття.

40 Як показано на Фіг. 1, для зменшення ободового теплового перепаду, в міжнародній заявці WO2011/055401 запропоновано передбачити виступаючі елементи на частині труби, що опромінюється на внутрішній поверхні труби, для збільшення турбулентності текучого середовища і, отже, обміну теплової енергії. Ці елементи можуть являти собою ребра, які всі проходять в радіальному напрямку на тій стороні труби, на яку сфокусоване сонячне світло.

45 Наявність ребер в частині труби сонячного поглинача дозволяє локально знижувати ободові температурні перепади. Проведений параметричний аналіз функції висоти ребер, кількості ребер, кутового розташування ребер в трубі і температури теплопередавального середовища для рівня коефіцієнта переносної теплопровідності в $520 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, який близький до отримуваних для термодинамічних застосувань сонячної енергії з використанням газу як теплопередавального текучого середовища. Наприклад, максимальна температура переходить від 370°C при відсутності ребер до 323°C при використанні 24 ребер довжиною 5 мм і товщиною 2 мм, розподілених по дузі в 150° на внутрішній поверхні труби. Наявність ребер зменшує деформацію перерізу труби на 10 %.

50 Проте, переріз одержуваної труби не є вісесиметричним і, отже, вимагає спеціальних і складних процесів розробки.

У міжнародній заявці WO2012/110341 описана труба сонячного поглинача, причому внутрішня сторона труби передбачена зі спіральними ребрами. Проте, зменшення ободового температурного перепаду з такою конструкцією є незначним для застосувань сонячної енергії, в яких температура теплопередачі досягає 500°C .

60 КОРОТКИЙ ВИКЛАД СУТІ ВІНАХОДУ

Однією задачею винаходу є усунення недоліків попереднього рівня техніки і, зокрема, розробка корпусу сонячного поглинача з тривалим терміном служби за допомогою зменшення ободового теплового перепаду і максимальної робочої температури.

Додатковою задачею винаходу є розробка способу виготовлення корпусу сонячного поглинача, який містить елемент для зменшення перепаду температури біля поверхні труби, який є легко здійсненним зі значно зменшеними витратами.

Ще однією задачею винаходу є розробка системи концентрації сонячної енергії, що містить такий корпус сонячного поглинача.

Згідно з винаходом, ці задачі вирішуються за допомогою корпусу сонячного поглинача для системи концентрації сонячної енергії і способу виготовлення корпусу сонячного поглинача згідно з прикладеною формулою винаходу.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Інші переваги і особливості будуть краще зрозумілі з подальшого опису конкретних варіантів здійснення винаходу, даних тільки як необмежувальний приклад і представлених на прикладених кресленнях, на яких:

- Фіг. 1 - тривимірний вигляд корпусу сонячного поглинача, згідно з попереднім рівнем техніки,
- Фіг. 2 - тривимірний вигляд корпусу сонячного поглинача, згідно з одним варіантом здійснення винаходу,
- Фіг. 3-14 - вигляди в розрізі вузла ребер згідно з різними конкретними варіантами здійснення винаходу,
- Фіг. 15 - вигляд в розрізі розподілу температури за ободовим перетином труб і за вузлом ребер згідно з конкретним варіантом здійснення винаходу,
- Фіг. 16 - вигляд в розрізі труби, на яку нанесене вибірне покриття, згідно з одним варіантом здійснення винаходу.

Товщина покриття кожного шару показана набагато більшою, ніж вона є насправді, для спрощення ілюстрацій.

Креслення необов'язково виконані в масштабі.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ ДАНОГО ВИНАХОДУ

Як показано на Фіг. 2, корпус 1 сонячного поглинача для системи концентрації сонячної енергії містить:

- трубу 2, яка виконана з можливістю вміщування теплопередавального середовища 10 і містить першу частину, виконану з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, і другу частину, виконану з можливістю не бути здатною до впливу сонячного світла,
- вузол 3 ребер, виконаний з теплопровідного матеріалу,
- і вибірне покриття, розташоване щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби 2.

Вузол 3 ребер виконаний з можливістю утворення щонайменше двох подовжніх проходів 4 всередині труби для теплопередавального середовища, причому згадані проходи 4 є суміжними в площині перерізу, перпендикулярній подовжній осі труби.

Вузол 3 ребер виконаний з можливістю створення безперервного теплового моста всередині труби щонайменше від частини внутрішньої поверхні першої частини труби щонайменше до частини внутрішньої поверхні другої частини труби.

Під першою частиною, виконаною з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, потрібно розуміти частину труби, на якій сконцентоване сонячне світло. Інша частина відповідає другій частині, виконаній з можливістю не бути здатною до впливу сонячного світла, тобто, частина, на якій не сконцентоване сонячне світло, причому обидві ці частини доповнюють одна одну. Переважно, частина, виконана з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, і частина, виконана з можливістю не бути здатною до впливу сонячного світла, знаходиться протилежно одна до одної на діаметрі труби.

Наприклад, кожна частина може мати напівциліндричну форму.

У переважному варіанті здійснення, труба 2 має номінальний діаметр (DN), який переважно лежить в діапазоні DN15-DN80, і товщину стінки, що лежить в діапазоні SCH40-SCH160, згідно з номінальними розмірами труби. Можливі інші розміри. Переважно, труба виконана з можливістю вміщування теплопередавального середовища, такого як масло, вода або водяна пара, або будь-якого іншого теплопередавального текучого середовища.

Товщина труби 2 переважно лежить в діапазоні 1,25 мм-6,35 мм залежно від робочого тиску і температури.

Згідно з більш переважним варіантом здійснення, труба 2 має номінальний діаметр DN40, тобто, зовнішній діаметр 48,26 мм, і товщину стінки SCH80, що відповідає товщині стінки 5,080 мм.

Труба 2 може бути безшовною або зварною трубою, холоднотягнутою або не холоднотягнутою. Переважно, труба 2 являє собою безшовну холоднотягнуту трубу.

До того ж, переважно труба 2 являє собою холоднотягнуту безшовну трубу для одержання малих допусків, чудових властивостей поверхні, чудових механічних властивостей при високій температурі і, зокрема, під тиском. Переважний цільовий діапазон температури становить 150 °C-650 °C, і більш конкретно 300 °C-600 °C, діапазон тиску становить, переважно, 2 бар 200 бар, і більш конкретно 50 бар-200 бар.

Труба 2 може бути виконана із залізного, нікелевого або титанового сплаву, причому принциповими легуючими елементами, в процентах за вагою, в цих сплавах відповідно є залізо, нікель або титан.

Залізні сплави являють собою, переважно, найкращий компроміс між витратами і термомеханічною ефективністю.

Нікелеві сплави мають кращу механічну міцність і можуть бути використані при вищих температурах.

Титанові сплави, переважно, легші і дозволяють зменшити вагу всієї конструкції.

Більш переважно, труба 2 виконана із залізного сплаву.

Зокрема, труба 2 являє собою сталеву трубу. Труба 2 може бути нержавіючою трубою. Труба 2 переважно являє собою трубу з низьколегованої сталі або трубу з високолегованої сталі. Ці сорти сталі містять менше 12,5 % за вагою хрому і переважно менше 10,5 % за вагою хрому. Ці сталі відрізняються від нержавіючих сталей, які звичайно містять більше 12,5 % за вагою хрому. Ці сталі звичайно мають кращі механічні властивості, наприклад, вищий модуль Юнга, і є дешевшими, особливо оскільки вони не містять нікелю. Проте, на відміну від звичайних нержавіючих сталей, вони не утворюють тонкий пасивний шар, в основному складений з Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 або MgO .

Низьколегована сталь складає категорію чорних металів, які мають відповідні механічні властивості в результаті додавань легуючих елементів, таких як вуглець, хром, марганець і молібден. Сумарно легуючі елементи можуть становити до 8 % за вагою. Наприклад, P195GH, 13CrMo44 і 10CrMo9-10 являють собою низьколеговані сталі. Вони можуть бути використані до температур в діапазоні 350 °C-550 °C в умовах досить агресивного тиску. Під умовами жорсткого тиску ми розуміємо тиск в діапазоні 50 бар 200 бар.

Високолеговані сталі містять більше легуючих елементів, ніж низьколеговані сталі, причому вміст хрому залишається меншим 12,5 % за вагою. Вони можуть бути використані при температурах до 650 °C, при цьому зберігаючи розумний опір повзучості. Наприклад, X10CrMoVNb9-1 і X11CrMoWVNb97 являють собою високолеговані сталі.

Ці леговані сталі переважно дешевші, ніж нержавіючі сталі, особливо ті, які містять нікель як легуючі елементи, такі як AISI 304 або 316. Переважно, низьколеговані сталі мають чудову теплопровідність, поліпшуючи теплопередачу від підкладки до теплопередавального середовища.

Переважно, труба являє собою трубу з низьколегованої сталі, зокрема, виконану з 10CrMo9-10, яка має хорошу теплопровідність, низький коефіцієнт теплового розширення (наприклад, в діапазоні 10-15 ppm/K між 20 і 550 °C), низьку вартість і хороший опір повзучості.

Переважно, труба 2 виконана із залізного, нікелевого або титанового сплаву, або сталі, такої як P195GH, 13CrMo44, 10CrMo9-10, X10CrMoVNb9-1 і X11CrMoWVNb97.

Корпус сонячного поглиначі містить вузол 3 ребер, який утворює щонайменше два подовжні проходи 4 всередині труби для теплопередавального середовища.

Для одержання щонайменше двох подовжніх проходів 4 в трубі 2, згадані подовжні проходи 4 є суміжними в площині перерізу, перпендикулярній подовжній осі труби, причому вузол 3 ребер містить щонайменше одне ребро. Подовжні проходи 4 також можуть бути названі каналами.

Переважно, вузол 3 ребер містить щонайменше два ребра. Форма вузла з двох ребер, при вигляді в поперечному розрізі, може являти собою пряму лінію, як показано на Фіг. 3, або, наприклад, він може мати L-подібну форму.

Ребра проходять по такій траєкторії, щоб вони утворювали множину пересічних каналів для теплопередавального середовища, що тече в трубі.

Вузол 3 ребер виконаний так, щоб утворювати безперервний тепловий міст всередині труби щонайменше від частини внутрішньої поверхні першої частини труби щонайменше до частини внутрішньої поверхні другої частини труби.

Тепловий міст також можна називати тепловим з'єднанням.

Під безперервним тепловим мостом потрібно розуміти елемент, що утворює безперервний тепловий шлях, виконаний з матеріалу, що має хорошу теплопровідність, між стороною труби, виконаною з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, й іншою стороною.

5 Безперервний тепловий міст проходить через поперечний переріз труби і здійснює теплове з'єднання сторони труби, виконаної з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, й іншої сторони.

10 Це збільшує теплопровідність всередині труби, і через тепловий міст, між частиною або стороною труби, виконаною з можливістю бути здатною до впливу сонячного світла, й іншою частиною або стороною труби, виконаною з можливістю не бути здатною до впливу сонячного світла.

Під теплопровідним матеріалом потрібно розуміти матеріал, що має теплопровідність, яка більша або дорівнює $40 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ і переважно більша ніж $200 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

15 Поверхні поперечного перерізу подовжніх проходів утворені формою вузлів ребер. Кількість і форма поперечного перерізу ребер можуть бути різними, також як і регулярний інтервал між ребрами.

Згідно з переважними варіантами здійснення і як показано на Фіг. 4-14, вузол 3 ребер утворює від 3 до 8 подовжніх проходів в трубі, тобто, вузол ребер містить від 3 до 8 ребер. Таким чином, можливо передбачити трубу, що містить від 3 до 8 подовжніх проходів.

20 Переважно, товщина ребер становить близько 1 мм.

Вузол 3 ребер, що містить менше 3 ребер, здається недостатнім для значного збільшення коефіцієнта внутрішньої теплопровідності. При наявності більше 8 ребер, труба стає переповненою, що приводить до падіння тиску.

25 Падіння тиску відбувається внаслідок сил тертя при течії текучого середовища в трубі, причому згадані сили тертя викликані опором потоку. Падіння тиску являє собою зменшення тиску всередині труби між однією точкою і іншою точкою.

Згідно з переважним варіантом здійснення, вузол 3 ребер має зіркоподібну конструкцію. Ребра з'єднуються один з одним в одній точці в поперечному перерізі труби.

30 Як показано на Фіг. 9, 10 і 11, зіркоподібна конструкція має серцевину, передбачену з плечами, які також називаються вершинами 5, які виходять як спиці від центральної осі. Серцевина може відповідати тільки перерізу плечей.

Переважно, така форма насправді легко вставляється в трубу. До того ж, ця форма ймовірно поліпшує теплообмін без дуже великого збільшення падіння тиску.

35 Згідно з конкретним варіантом здійснення, всі плечі мають однаковий розмір, який, отже, відповідає внутрішньому радіусу труби, причому серцевина розташована в центрі поперечного перерізу труби.

40 Як показано на Фіг. 9-13, вузол 3 ребер може містити зовнішній кожух 6, причому згаданий зовнішній кожух 6 стикається з внутрішньою частиною труби 2 і з'єднує щонайменше дві вершини 5 зіркоподібної конструкції. В альтернативному варіанті здійснення і як показано на Фіг. 3-8, вузол ребер не передбачений із зовнішнім кожухом.

45 Переважно, зовнішній кожух, який є переривистим, тобто, який не з'єднує всі вершини зіркоподібної конструкції, дозволяє теплопередачальному середовищу, що тече через трубу, знаходитися в безпосередньому приляганні з внутрішнім діаметром труби. Це дозволяє зменшити опір зіткненню біля поверхні розділення між трубою і вставкою в області, де потік є максимальним.

Згідно з конкретним варіантом здійснення і як показано на Фіг. 9, 12 і 13, зовнішній кожух 6 являє собою кільце, причому зовнішній кожух має зовнішній діаметр менший, ніж внутрішній діаметр труби.

50 Переважно, зовнішній кожух дозволяє поліпшити утримування вставки в трубі. Така вставка також є простішою у виготовленні, наприклад, за допомогою процесу екструзії.

Згідно з конкретним варіантом здійснення і як показано на Фіг. 12-14, вузол ребер містить загороджувальний елемент 7, розташований в перерізі точок 5 зіркоподібної конструкції.

55 Отже, цей вузол 3 ребер має форму довгастого суцільного циліндричного корпусу, передбаченого з рознесеними один від одного під кутом, ребрами, які проходять в радіальному напрямку.

Наявність цього загороджувального елемента 7 веде до обмеження поперечного перерізу труби, що приводить до місцевого прискорення теплопередачального середовища.

60 Згідно з переважним варіантом здійснення, загороджувальний елемент 7 займає щонайменше 5 % внутрішньої площі труби, в площині перерізу перпендикулярно подовжній осі труби.

Переважно, він не займає більше 20 % внутрішньої площі труби, щоб не спричиняти значне збільшення внутрішнього опору течії теплопередавального середовища всередині труби 2.

Згідно з конкретним варіантом здійснення і як показано на Фіг. 13, вузол 3 ребер є асиметричним в площині перерізу перпендикулярно до подовжньої осі труби 2.

5 Така конфігурація збільшує місцеву теплопередачу, але, проте, є важчою у виготовленні.

Згідно з конкретним варіантом здійснення і як показано на Фіг. 3-12 і 14, вузол 3 ребер є симетричним в площині перерізу перпендикулярно до подовжньої осі труби 2. Вузол ребер вставлений співвісно в трубку 2. Такий вузол 3 ребер переважно є простим у виготовленні. До того ж, сили, прикладені під час етапу холодного протягання до цього вузла ребер, рівномірно розподіляються по ребрах.

Згідно з конкретним варіантом здійснення і як показано на Фіг. 14, деякі ребра, дотичні з трубою 2, можуть бути гнучкими для поглинання перепаду розширення використовуваних матеріалів.

15 На вигляді в поперечному перерізі і в переважному варіанті здійснення, кожний подовжній прохід обмежений щонайменше двома ребрами і зовнішнім кожухом або внутрішнім діаметром труби.

Згідно з конкретним варіантом здійснення, як показано на Фіг. 2, труба 2 містить щонайменше додатковий вузол 8 ребер, причому вузол ребер утворює першу групу подовжніх проходів 4 в трубі 2, а додатковий вузол 8 ребер утворює другу групу подовжніх проходів 9 в трубі 2, причому подовжні проходи 4 першої групи зміщені відносно подовжніх проходів 9 другої групи на подовжній осі труби 2.

Це дозволяє змішувати холодні і гарячі потоки текучого середовища вздовж труби і поліпшувати зменшення теплового перепаду.

Геометрія різних вузлів ребер може бути ідентичною або різною.

25 Кількість ребер в різних вузлах може бути різною.

Якщо геометрії ребер ідентичні, додатковий вузол 8 ребер може бути зсунутий на кут π/n в порівнянні з першим вузлом 4 ребер, де n - кількість ребер. Метою цього, по-перше, є періодичне перемішування потоків текучого середовища для гомогенізації температури текучого середовища в різних подовжніх проходах, і, по-друге, збільшення коефіцієнтів теплопровідності за допомогою збільшення турбулентності.

30 Вузли ребер 3 і 8 можуть бути розташовані переривисто вздовж труби. Наприклад, вони можуть бути розташовані в областях, в яких тепловий перепад є найбільш критичним, і, отже, в яких термомеханічні ефекти є найбільш небажаними. Також вони можуть бути розташовані в областях, в яких температура зовнішньої поверхні труби є найбільшою, і, отже, в яких ризик пошкодження вибіркової обробки є найбільш критичним. Тоді придатною практикою є використання щонайменше вузла ребер вздовж перерізу теплообмінника або будь-якого пристрою, що містить теплопередавальне середовище, з метою здійснення теплообміну між двома середовищами, причому вузол ребер займає 25 % - 50 % перерізу цього пристрою.

Застосування може бути дійсне для будь-якого пристрою з циркулюючим середовищем, в якому здійснюється теплообмін.

Згідно з конкретним варіантом здійснення, вузол 3 ребер виконаний з матеріалу, який має теплопровідність, яка більша або дорівнює $40 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ і переважно більша ніж $200 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Переважно, вузол 3 ребер виконаний з алюмінієвого сплаву, мідного або сталевих сплаву.

45 Матеріал вузла ребер вибирається з точки зору можливості виготовлення і його сумісності з різними теплопередавальними середовищами при високій температурі і тиску. Переважно, такі матеріали забезпечують низьковитратні вузли ребер.

Згідно з конкретним варіантом здійснення, труба і ребра виконані з однакового матеріалу. Переважно, ребра і труба виконані зі сталі.

50 Досягаються поліпшені механічні і теплові зіткнення між ребрами і трубою. Різниця теплового розширення переважно відсутня. Це дозволяє поліпшити термін служби труби 2 і/або вузла 3 ребер.

Поліпшене вирівнювання температури між стороною труби, на яку падає сонячне світло, й іншою стороною.

55 Переважно, вузол 3 ребер дозволяє однорідно змішувати теплопередавальне середовище в трубі. Зменшений перепад температури в згаданому теплопередавальному середовищі.

Ребра мають товщину в діапазоні 0,5 мм - 4 мм, зокрема, залежно від діаметра труби. Наприклад, товщина ребер становить 2 мм для труб з внутрішнім діаметром 38 мм.

Переважно, вузол 3 ребер обтиснутий в трубі 2.

60 Згідно з переважним варіантом здійснення, вузол 3 ребер обтиснутий в трубі 2 за допомогою холодного протягання.

Для визначення впливу природи матеріалу ребер і кількості ребер на тепловий перепад проведено декілька моделювань.

Використана модель зокрема враховує збільшення коефіцієнта внутрішньої теплопровідності внаслідок зміни гідравлічного діаметра потоків текучого середовища.

5 Труба, що використовується для моделювання, являє собою трубу зі сталі 10CrMo9-10 з характеристиками DN50 і SCH80, тобто, із зовнішнім діаметром 60,33 мм і товщиною 5,537 мм. Вузол ребер має зіркоподібну конструкцію, причому товщина ребер становить 2 мм. Потік, що подається на трубу, має фактор концентрації 50; цей фактор концентрації означає, що енергія, що випромінюється сонцем, концентрується в 50 разів на трубку поглинача.

10 Теплопередавальне текуче середовище являє собою пару, і витрата всередині поглинача задана з можливістю виключення руйнування вибіркової обробки.

З вузлом ребер зі сталі 10CrMo9-10 ($\lambda=40$ Вт/м·К), тепловий перепад зменшується на 7 % в триребровій конфігурації і на 20 % у восьмиребровій конфігурації.

15 З вузлом алюмінієвих ребер ($\lambda= 200$ Вт/м·К), тепловий перепад зменшується на 28 % у восьмиребровій конфігурації як показано на Фіг. 15.

Результати для вузла мідних ребер ($\lambda= 300$ Вт/м·К) мають такі ж прирости в порівнянні з вузлом алюмінієвих ребер.

Одержані результати моделювання зібрані в наступній таблиці. Температура представляє максимальне зменшення температури згідно з кількістю ребер і для різних матеріалів:

Кількість ребер/матеріалу	Сталь	Алюміній	Мідь
3	-2 °C	-3 °C	-3 °C
4	-3 °C	-4 °C	-4 °C
6	-5 °C	-6 °C	-6 °C
8	-6 °C	-8 °C	-8 °C

Це зменшення температури дозволяє запобігати погіршенню вибірного покриття і труби, що збільшує їх термін служби.

25 Згідно з переважним варіантом здійснення, вибічне покриття 11 може бути розташоване щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби 2.

Вибірне покриття 11 виконане з можливістю поглинання великого процента падаючого сонячного світла і випускає деякий процент поглиненої енергії у вигляді випромінюваного тепла. Переважно, метою є поглинання 80 % вхідного сонячного світла, тоді як коефіцієнт випромінювання не повинен перевищувати 25 % коефіцієнти випромінювання чорного корпусу

30 при робочій температурі поглинача.

Вибірне покриття 11 утворене щонайменше на частині зовнішньої поверхні труби 2, здатній до впливу сонячного світла, і загалом на всій зовнішній поверхні труби 2. В конкретному варіанті здійснення, в якому вибічне покриття розташоване тільки на частині зовнішньої поверхні, здатній до впливу сонячного світла, проте, частина труби, не здатна до впливу сонячного світла, може бути покрита щонайменше високовідбивним покриттям, яке також називається інфрачервоним дзеркалом.

35

Як показано на Фіг. 16, вибічне покриття 11 містить пакет, розташований на зовнішній поверхні труби 2 (показаної на Фіг. 16 для ясності без вузла ребер). Пакет містить декілька шарів, які мають необхідні оптичні властивості. Переважно, вибічне покриття 11 утворене за допомогою відбивного покриття, шару 13, що поглинає сонячне світло, і можливо протидивного шару.

40

Високовідбивне покриття також називається інфрачервоним дзеркалом. Переважно, шар має високе поглинання сонячного випромінювання і низький коефіцієнт інфрачервоного випромінювання, і протидивний шар поліпшує поглинання сонячного випромінювання.

45 Зовнішня поверхня протидивного шару 14 може мати фактуру для збільшення поглинання сонячного випромінювання і зведення до мінімуму відбиття поверхні. Фактура може бути нанесена за допомогою будь-яких придатних способів.

Наприклад, може бути використаний пакет, що містить інфрачервоне дзеркало на основі платини разом з металокерамікою Cr/Cr₂O₃, Mo/Al₂O₃ або W/Al₂O₃ з нанесеним зверху нього протидивним шаром SiO₂, або виконаним з будь-яких інших протидивних матеріалів. Іншим варіантом може бути використання вибіркової фарби, що містить пігменти, які витримують високі температури, з додаванням протидивного шару SiO₂ або без нього.

50

У конкретному варіанті здійснення, до вибірного покриття може бути доданий шар дифузійного бар'єра, зокрема, коли труба являє собою сталеву трубу, вибрану з труб P195GH,

13CrMo44, 10CrMo9-10. Цей шар дифузійного бар'єра в цьому випадку розташований з можливістю безпосереднього зіткнення із зовнішньою поверхнею труби 2. Шари вибірного покриття відділені від труби 2 за допомогою шару 12 дифузійного бар'єра. Переважно, шар 12 дифузійного бар'єра зменшує або запобігає дифузії яких-небудь окисників, таких як O_2 або його іони, з атмосфери в трубу 2, або, навпаки, з атомів підкладки 2 в шар сонячного поглиначача і/або із зовнішнього шару в підкладку 2. Шар (12) дифузійного бар'єра може містити щонайменше відбивний матеріал, такий як молібден, вольфрам, Al_2O_3 , Cr_2O_3 , хромонікелевий сплав, кобальтохромовий сплав, WC, ZrB_2 , або суміш ZrB_2 і SiC. Товщина згаданого шару (12) дифузійного бар'єра переважно перевищує 25 мкм і переважно лежить в діапазоні 40 мкм-200 мкм.

В іншому варіанті здійснення, вибірне покриття містить щонайменше один шар, що виконує як функцію бар'єра, так і функцію поглинання.

Спосіб виготовлення корпусу 1 сонячного поглиначача містить етапи:

- забезпечення труби 2, виконаної з можливістю вміщування теплопередавального середовища 10, з вибірним покриттям або без нього,

- вставляння в трубу 2 вузла 3 ребер, виконаного з теплопровідного матеріалу, причому згаданий вузол 3 ребер виконаний з можливістю утворення щонайменше двох подовжніх проходів 4 в трубі 2, причому згадані проходи 4 є суміжними в площині перерізу, перпендикулярної до подовжньої осі труби, і згаданий вузол 3 ребер виконаний з можливістю створення безперервного теплового моста через трубу 2,

- холодного протягання труби 2 і вузла 3 ребер, так, щоб обтиснути вузол 3 ребер в трубі 2,
- утворення вибірного покриття щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби 2.

Вузол ребер може бути вставлений в трубу автоматично або напівавтоматично.

Операція холодного протягання забезпечує обтиснення вузла 3 ребер в трубі 2. Труба 2 і вузол 3 ребер переважно утворюють одне ціле, тобто, єдиний корпус.

Переважно, процес холодного протягання дозволяє одержувати трубу 2 з чудовою міцністю. До того ж, він підходить для різних діаметрів. Цей спосіб є точним і повторюваним. Одержана поверхня труби має низьку шорсткість і механічні властивості, відповідні оптичним і механічним вимогам застосування.

Перед вставлянням вузла 3 ребер в трубу 2, вузол 3 ребер і/або труба 2а можуть бути піддані операції пасивації поверхні для запобігання корозії.

Після етапу холодного протягання, спосіб виготовлення корпусу 1 сонячного поглиначача також містить етапи нанесення вибірного покриття 11 на трубу 2. На першому етапі, шар 12 дифузійного бар'єра може бути нанесений на зовнішню поверхню труби 2 за допомогою термічного напилювання.

Після цього, шар 13, що поглинає сонячне світло, наноситься на шар 12 дифузійного бар'єра. Шар 13, що поглинає сонячне світло, може бути нанесений за допомогою нанесення осадженням з парів.

Переважно, шар 12 дифузійного бар'єра і шар 13, що поглинає сонячне світло, наносяться на трубу після етапу холодного протягання.

Одержаний корпус 1 сонячного поглиначача має високу потужність спектрального поглинання в діапазоні довжини хвилі сонячного світла, тобто, корпус поглиначача поглинає падаюче сонячне випромінювання і перетворює його в іншу енергію, тобто, в тепло, яке передається за допомогою теплопровідності до суміжного шару. Під високою потужністю поглинання ми розуміємо, що матеріал поглинає більше 80 % падаючого сонячного випромінювання в діапазоні спектра $300 \text{ nm} < \lambda < 1600 \text{ nm}$, і під високим виходом падаючого випромінювання ми розуміємо, що теплові і оптичні втрати в тілі сонячного поглиначача становлять менше 25 %. Втрати можуть бути виміряні, наприклад, за допомогою спектрофотометрії. Це означає, що корпус 1 сонячного поглиначача випромінює назад тільки невелику кількість тепла і втрачає через відбиття тільки невелику кількість падаючого сонячного випромінювання.

Винахід не обмежений варіантами здійснення, описаними вище як необмежувальним приклад.

Зокрема, він може бути застосований до всіх труб, що використовуються як теплообмінник, причому згадані труби містять теплопередавальне середовище, зокрема, до тих, з якими використовується зовнішнє джерело, неоднорідно розподілене навколо труби.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Корпус (1) сонячного поглиначача для системи концентрації сонячної енергії, який містить:

- трубу (2), яка виконана з можливістю вміщування теплопередавального середовища (10) і містить першу частину, призначену для впливу сонячного світла, і другу частину, непризначену бути здатною до впливу сонячного світла, при цьому труба має номінальний діаметр в діапазоні DN15-DN80 і виконана з першого матеріалу,

5 - вузол (3) ребер, які утворюють щонайменше два подовжні проходи всередині труби, причому згадані подовжні проходи є суміжними в площині перерізу, перпендикулярній подовжній осі труби,

- і вибірне покриття, розташоване щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби (2), причому ребра виконані з вказаного першого матеріалу, алюмінієвого сплаву або мідного сплаву і мають товщину від 0,5 мм до 4 мм з утворенням безперервного теплового моста всередині труби щонайменше від частини внутрішньої поверхні першої частини труби щонайменше до частини внутрішньої поверхні другої частини труби, причому тепловий міст проходить через поперечний переріз труби і утворює теплове з'єднання з першою частиною і другою частиною.

15 2. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що вузол (3) ребер утворює від 3 до 8 подовжніх проходів в трубі.

3. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 2, який **відрізняється** тим, що вузол (3) ребер має зіркоподібну конструкцію.

4. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 3, який **відрізняється** тим, що вузол (3) ребер має зовнішній кожух (6), причому згаданий зовнішній кожух (6) знаходиться в приляганні з внутрішньою частиною труби (2) і з'єднує щонайменше дві вершини (5) зіркоподібної конструкції, при цьому зовнішній кожух є переривчастим так, що кінець щонайменше одного ребра вузла ребер прилягає до труби і щонайменше один подовжній канал обмежений трубою.

20 5. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 3, який **відрізняється** тим, що вузол (3) ребер містить загороджувальний елемент (7), розташований в перетині вершин (5) ребер зіркоподібної конструкції, при цьому загороджувальний елемент (7) займає щонайменше 5 % і не більше 20 % внутрішньої площі труби.

6. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що вузол (3) ребер обтиснутий в трубі (2).

30 7. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 2, який **відрізняється** тим, що труба (2) містить щонайменше додатковий вузол (8) ребер, причому вузол (3) ребер утворює першу групу подовжніх проходів (4) в трубі (2), а додатковий вузол (8) ребер утворює другу групу подовжніх проходів (9) в трубі (2), причому подовжні проходи (4) першої групи зміщені відносно подовжніх проходів (9) другої групи по подовжній осі труби (2), вузол (3) ребер містить загороджувальний елемент (7), розташований в перетині вершин (5) ребер зіркоподібної конструкції, при цьому загороджувальний елемент (7) займає щонайменше 5 % і не більше 20 % внутрішньої площі труби.

8. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що труба (2) є безшовною трубою, і переважно безшовною холоднотягнутою трубою.

40 9. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що труба (2) виконана зі сталі із вмістом легуючих елементів до 8 % по вазі.

10. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що труба (2) виконана зі сплаву P195GH, 13CrMo44 або 10CrMo9-10.

45 11. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що вибірне покриття (11) утворене з відбивного покриття у вигляді інфрачервоного дзеркала на основі платини і шару (13), що поглинає сонячне світло, з металокераміки Cr/Cr₂O₃ або Mo/Al₂O₃ з нанесеним зверху нього противідбивним шаром SiO₂ і противідбивного шару з SiO₂.

50 12. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що він містить шар (12) дифузійного бар'єра, що знаходиться в безпосередньому приляганні із зовнішньою поверхнею труби (2), причому вибірне покриття відділене від труби (2) шаром (12) дифузійного бар'єра, при цьому дифузійний бар'єр містить щонайменше відбивний матеріал, такий як молібден, вольфрам, Al₂O₃, хромонікелевий сплав, кобальтохромовий сплав, WC, ZrB₂, або суміш ZrB₂ і SiC.

55 13. Корпус (1) сонячного поглинача за п. 1, який **відрізняється** тим, що труба (2) містить щонайменше додатковий вузол (8) ребер, причому вузол ребер (3) утворює першу групу подовжніх проходів в трубі (2), а додатковий вузол (8) ребер утворює другу групу подовжніх проходів (9) в трубі (2), причому подовжні проходи (4) першої групи зміщені відносно подовжніх проходів (9) другої групи по подовжній осі труби (2), при цьому вузол ребер (3) утворює першу кількість ребер, а додатковий вузол утворює другу кількість ребер, які відрізняються від першої кількості.

14. Корпус (1) сонячного поглинач за п. 13, який **відрізняється** тим, що внутрішня поверхня труби (2) утворює окружність в поперечному перерізі, при цьому ребра (3) проходять з внутрішньої поверхні труби (2) в точку з'єднання, причому точка з'єднання зміщена від центра окружності.

5 15. Спосіб виготовлення корпусу (1) сонячного поглинач за будь-яким з пп. 1-14, який включає етапи:

- забезпечення труби (2),

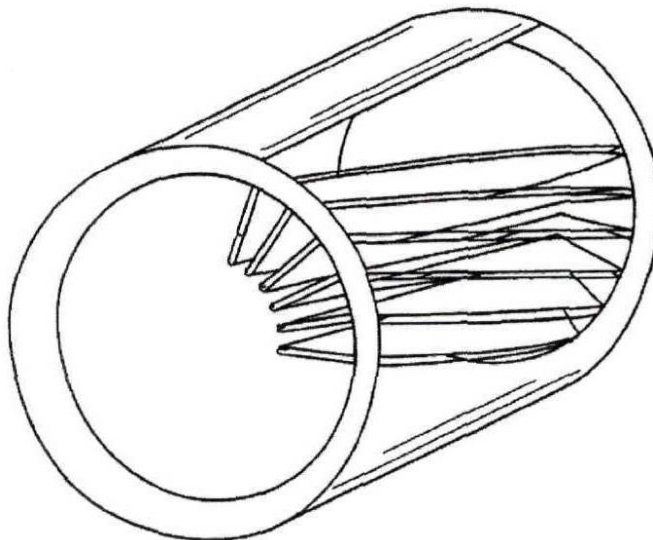
- вставлення в трубу (2) вузла (3) ребер,

10 - холодного протягання труби (2) і вузла (3) ребер, так, щоб обтиснути вузол (3) ребер в трубі (2),

- утворення вибірного покриття щонайменше на зовнішній поверхні першої частини труби (2), при цьому вузол (3) ребер утворює щонайменше два подовжні проходи всередині труби, причому згадані подовжні проходи є суміжними в площині перерізу, перпендикулярній подовжній осі труби,

15 ребра виконані з вказаного першого матеріалу, алюмінієвого сплаву або мідного сплаву і мають товщину від 0,5 мм до 4 мм з утворенням безперервного теплового моста всередині труби щонайменше від частини внутрішньої поверхні першої частини труби щонайменше до частини внутрішньої поверхні другої частини труби, причому тепловий міст проходить через поперечний переріз труби і утворює теплове з'єднання з першою частиною, призначеною для впливу сонячного світла, і другою частиною, непризначеною для впливу сонячного світла.

20 16. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що перед вставлянням вузла (3) ребер в трубу (2) виконується операція попередньої обробки вузла ребер.



Фіг. 1
(ПОПЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ ТЕХНІКИ)

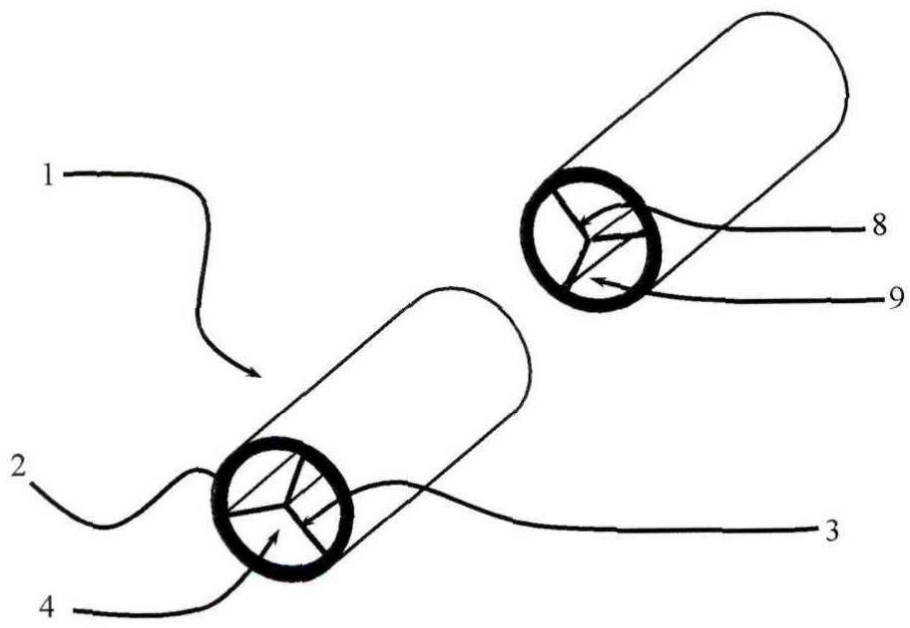
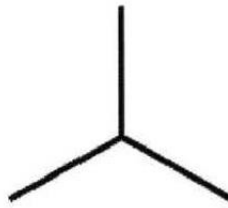


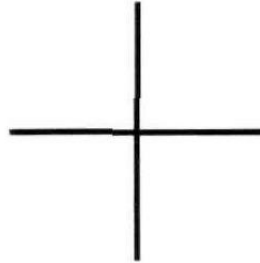
Fig. 2



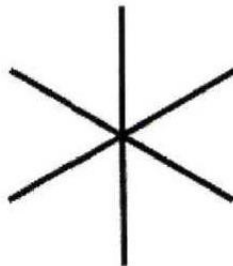
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

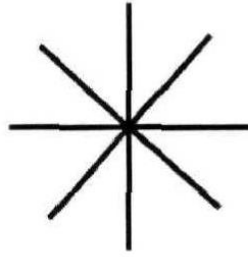


Fig. 7

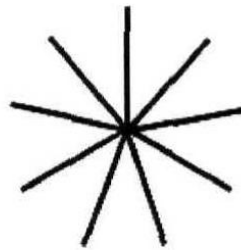


Fig. 8

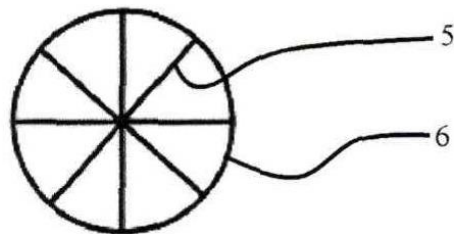


Fig. 9

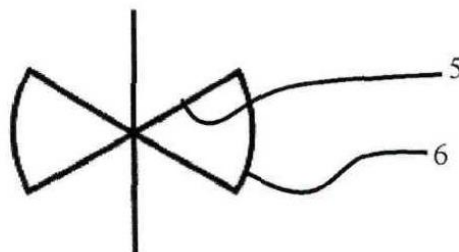


Fig. 10

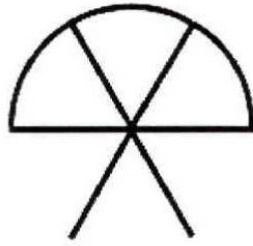


Fig. 11

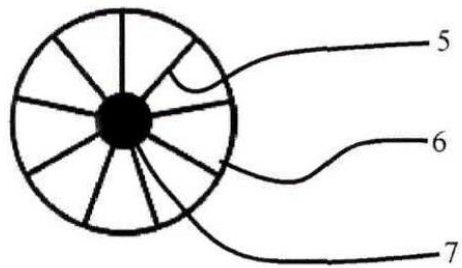


Fig. 12

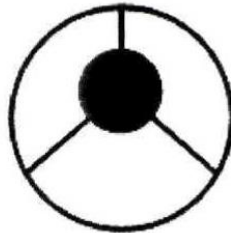


Fig. 13

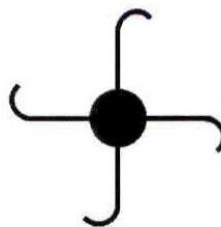
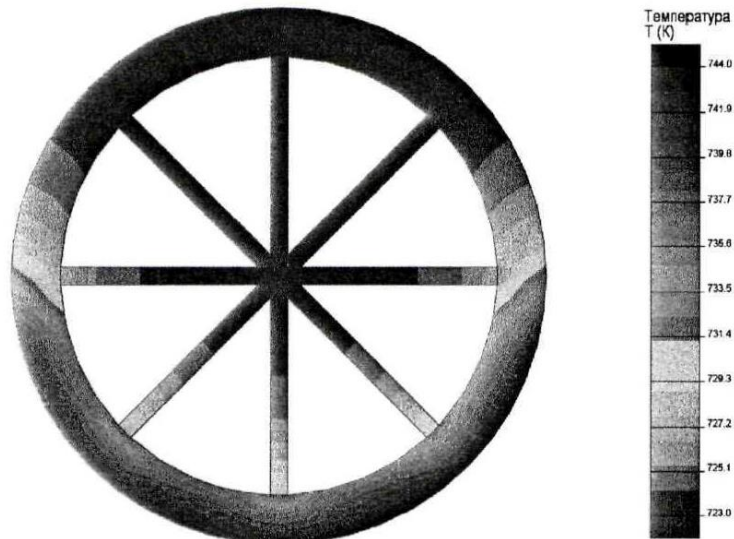
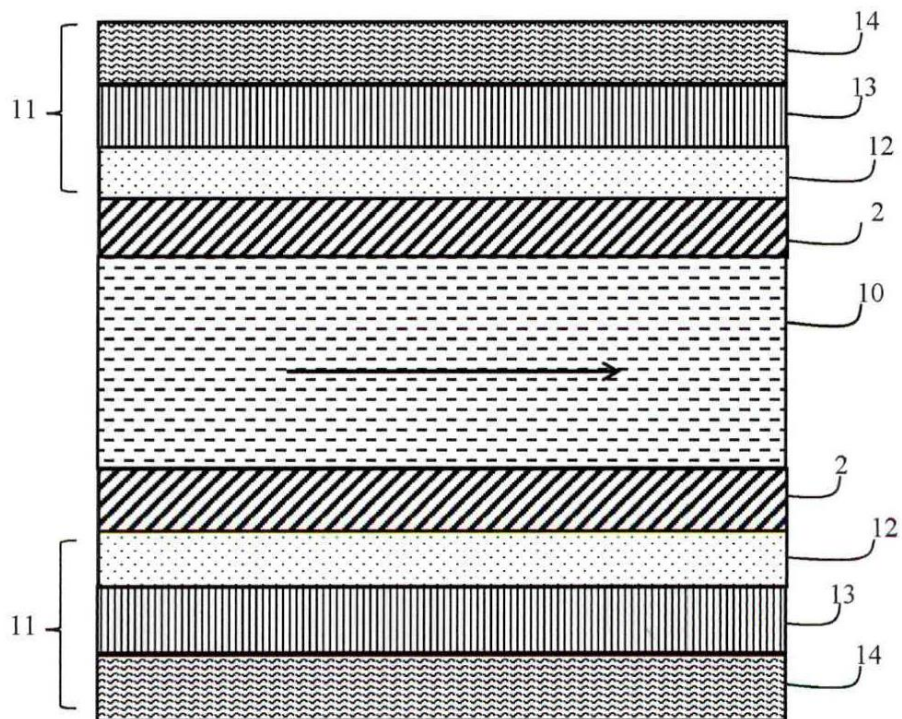


Fig. 14



Фіг. 15



Фіг. 16

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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