



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116462** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
F17C 9/02 (2006.01)
F25J 1/00
F01K 23/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

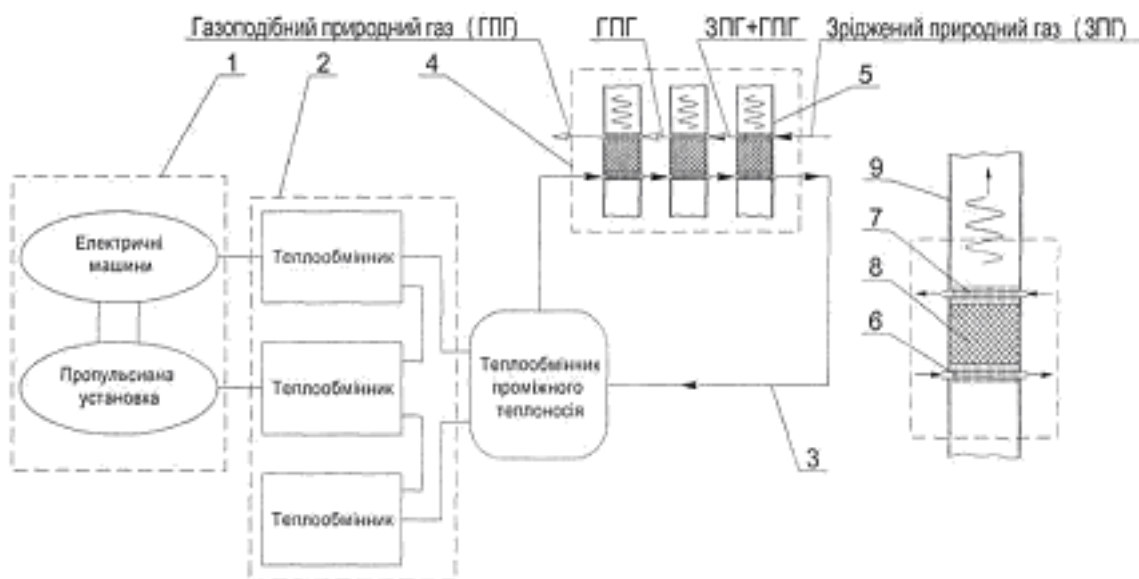
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 11521	(72) Винахідник(и): Коробко Володимир Владиславович (UA), Коробко Олексій Володимирович (UA), Чередніченко Олександр Костянтинович (UA), Московко Олексій Олексійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.11.2016	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр-т Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2017, Бюл.№ 10	

(54) СУДНОВА ТЕРМОАКУСТИЧНА УСТАНОВКА РЕГАЗИФІКАЦІЇ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

(57) Реферат:

Суднова установка регазифікації зрідженого природного газу (ЗПГ), в якій за допомогою контуру проміжного теплоносія зовнішні джерела теплової енергії у вигляді теплообмінників скидної теплоти систем суднової енергетичної установки сполучаються з теплообмінником блока регазифікації ЗПГ. Теплообмінник блока регазифікації ЗПГ виконаний у вигляді термоакустичного двигуна, що утилізує температурний потенціал між скидною енергією систем суднової енергетичної установки та криогенною енергією ЗПГ.



UA 116462 U

Корисна модель належить до технології здійснення процесу регазифікації зрідженого природного газу (ЗПГ) у суднових енергетичних установках, двигуни яких споживають ЗПГ як паливо. Корисна модель може бути використана для регазифікації ЗПГ та виробництва електричної енергії.

Відома конструкція суднової установки регазифікації ЗПГ (Патент США US 6,688,114 B2 від 10.02.2004) включає в себе випарник ЗПГ, який нагрівається за допомогою окремого контуру з проміжним теплоносієм, що може нагріватися або від суднових джерел пари, або заборотною водою.

Недоліками конструкції є втрата кріогенного енергетичного потенціалу ЗПГ, витрати електроенергії на роботу насосів для прокачування теплоносіїв, витрата теплової енергії пари на обігрів випаровувача.

Існують системи утилізації скидних теплових ресурсів з термоакустичними тепловими машинами (двигунами або рефрижераторами), в яких використовуються зовнішні джерела теплової енергії, в тому числі скидної (Kees de Blok. MULTI-STAGE TRAVELING WAVE THERMO ACOUSTICS IN PRACTICE. 19th International Congress on Sound and Vibration, Vilnius, Lithuania, July 8-12, 2012). Термоакустична теплова машина складається з резонатора, наповненого газом, блока теплообмінників та пористої матриці між ними. За рахунок теплообмінників в матриці формується повздовжній градієнт температури.

При досягненні потрібного градієнта в матриці, у резонаторі термоакустичної теплової машини самочинно виникають коливання тиску робочого середовища - акустична хвиля, за рахунок резонансу ці коливання набувають значної інтенсивності. Тим самим в термоакустичному двигуні здійснюється пряме перетворення теплової енергії в механічну роботу, яка може бути використана для приводу термоакустичного рефрижератора або інших перетворювачів енергії акустичних коливань, наприклад в електричну енергію.

На даний час відсутня інформація про використання термоакустичних машин в суднових системах регазифікації ЗПГ.

За прототип прийнята суднова установка регазифікації зрідженого природного газу (патент США US 7219502 B2, від 22.05.2007), в якій за допомогою контуру проміжного теплоносія зовнішні джерела теплової енергії, у вигляді теплообмінників скидної теплоти, систем суднової енергетичної установки сполучаються з блоком регазифікації зрідженого природного газу. Блок регазифікації природного газу виконаний у вигляді випарного теплообмінника.

Недоліком цього рішення є те, що для роботи установки регазифікації витрачається енергія суднової енергетичної установки на прокачування теплоносіїв, а також не використовується низькотемпературний енергетичний потенціал ЗПГ, що зменшує ефективність роботи такої установки.

В основі корисної моделі поставлено задачу вдосконалення суднової установки регазифікації ЗПГ за рахунок застосування термоакустичного двигуна, що дає змогу утилізувати теплоту кріогенного потенціалу ЗПГ шляхом продукування електричної енергії.

Поставлена задача вирішується таким чином тим, що запропонована суднова установка регазифікації ЗПГ, в якій за допомогою контуру проміжного теплоносія зовнішні джерела теплової енергії у вигляді теплообмінників скидної теплоти систем суднової енергетичної установки сполучаються з теплообмінником блоку регазифікації ЗПГ, відповідно до корисної моделі, виконана у вигляді термоакустичного двигуна, що утилізує температурний потенціал між скидною енергією систем суднової енергетичної установки та кріогенною енергією ЗПГ.

Отриманий технічний результат полягає в тому, що регазифікація зрідженого природного газу здійснюється в термоакустичному двигуні, який виконує функцію нагрівача та працює за рахунок наявного температурного потенціалу, в незалежності від абсолютних значень температур теплоносіїв. Ефективна потужність термоакустичного двигуна використовується для приводу генератора електричного струму.

Схема суднової установки регазифікації зрідженого природного газу представлена на кресленні.

Скидна теплота систем суднової енергетичної установки 1 за допомогою теплообмінників 2 та контуру проміжного теплоносія 3 сполучаються з блоком регазифікації 4. Блок регазифікації 4 містить один або декілька термоакустичних двигунів 5, які виконують роль теплообмінників. Термоакустичні двигуни 5 складаються з нагрівачів 6, сполучених з контуром проміжного теплоносія 3, охолоджувачів 7, які сполучені з трубопроводами підводу зрідженого природного газу та відводу газоподібного природного газу (ГПГ), пористої матриці 8 та резонатора 9, який заповнений інертним газом, наприклад гелієм.

Процес регазифікації реалізується наступним чином.

До нагрівачів 6 термоакустичних двигунів 5, які утворюють блок регазифікації 4, за допомогою контуру 3 підводиться проміжний теплоносіє з температурою 85-95 °С. Нагрів проміжного теплоносія відбувається за рахунок скидної теплоти систем суднової енергетичної установки 1 в теплообмінниках 2. За допомогою трубопроводу підводу зріджений природний газ 5 подається до охолоджувачів 7 з температурою мінус 110...мінус 160 °С. Завдяки цьому в матриці 8 створюється поздовжній температурний градієнт, в результаті термоакустичного ефекту в резонаторі 9 самочинно виникають акустичні коливання, які набувають значної інтенсивності в наслідок резонансу. В термоакустичних двигунах 5, згідно з першим законом термодинаміки, здійснюється перенос теплової енергії високого потенціалу від нагрівача (скидної теплоти систем суднової енергетичної установки 1) до теплоносія з низьким температурним потенціалом - ЗПГ. Практично весь потік теплової енергії, яка підведена нагрівачем 6 передається через пористу матрицю 8, де відбуваються термоакустичні перетворення. За умов реалізації термодинамічного циклу Брайтона, ефективність ТАД не перевищує 20 %, от же решта теплової енергії, близько 80 % надходить до охолоджувача, що і забезпечує випаровування ЗПГ.

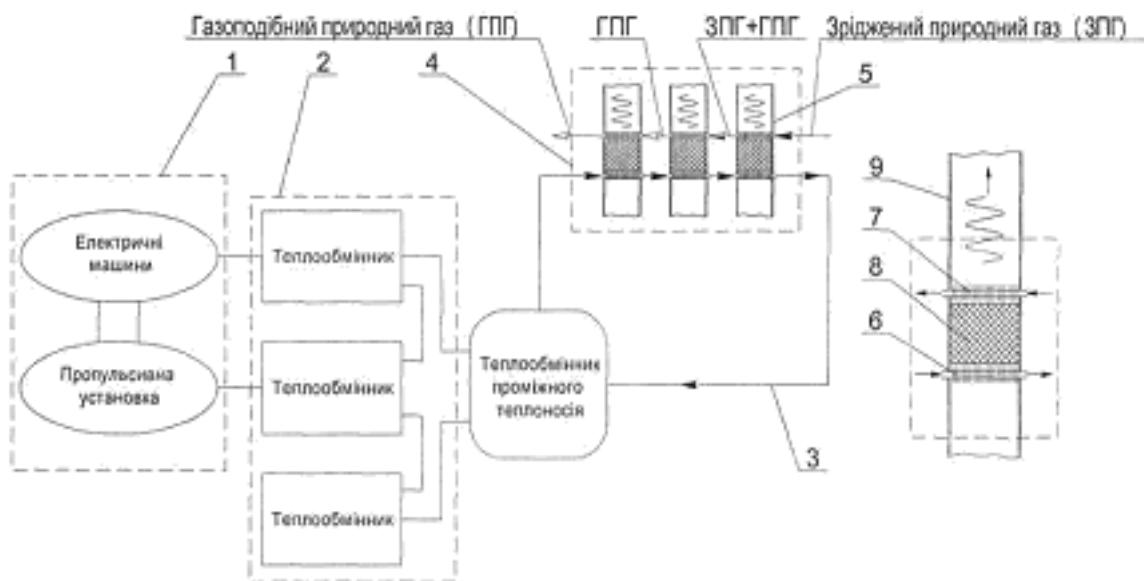
Механічна енергія акустичних хвиль, які концентрується в резонаторі 9 спрямовується до корисного навантаження ТАД. Як навантаження в ТАД використовуються електродинамічні або п'єзоелектричні перетворювачі, термоакустичні рефрижератори (теплові насоси). Таким чином ТАД забезпечить випаровування ЗПГ та виробництво електричної енергії.

Важливо підкреслити, що така схема може бути використана для робочих середовищ з різними температурами, важливим є тільки поздовжній температурний градієнт в матриці В ТАД як робоче тіло використовуються інертні гази, наприклад гелій, що виключає можливі проблеми пов'язані з обмерзанням внутрішніх теплообмінників ТАД.

Таким чином, запропонована суднова установка регазифікації зрідженого природного газу за рахунок того, що регазифікація ЗПГ здійснюється в термоакустичному двигуні позбавлений недоліків прототипу та має наступні переваги: повне використання температурного перепаду ЗПГ; вироблення додаткової кількості електричної енергії.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Суднова установка регазифікації зрідженого природного газу (ЗПГ), в якій за допомогою контуру проміжного теплоносія зовнішні джерела теплової енергії у вигляді теплообмінників скидної теплоти систем суднової енергетичної установки сполучаються з теплообмінником блока регазифікації ЗПГ, яка **відрізняється** тим, що теплообмінник блока регазифікації ЗПГ виконаний у вигляді термоакустичного двигуна, що утилізує температурний потенціал між скидною енергією систем суднової енергетичної установки та кріогенною енергією ЗПГ.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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