



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 69891

(13) A

(51) 7 F01K25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РУШІЙНА УСТАНОВКА

1

2

(21) 20031211508

(22) 12.12.2003

(24) 15.09.2004

(46) 15.09.2004, Бюл. № 9, 2004 р.

(72) Туренко Анатолій Миколайович, Богомолов Віктор Олександрович, Абрамчук Федір Іванович, Харченко Анатолій Іванович

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Туренко Анатолій Миколайович, Богомолов Віктор Олександрович, Абрамчук Федір Іванович, Харченко Анатолій Іванович

(57) Рушійна установка, що містить ємність для збереження рідкого азоту, живильний насос, теплообмінник і силовий агрегат - розширювальну машину, що відрізняється тим, що теплообмінник виконаний теплоізованим від навколишнього середовища по обох теплоносіях - холодному і гарячому - і з'єднаний на вході по холодному теплоносію з живильним насосом, а на виході - з додатково введеним котлом-перегрівником, оснащеним пальником, по гарячому теплоносію він з'єднаний на вході з розширювальною машиною, а на виході - з атмосферою.

Винахід відноситься до області теплоенергетики, а саме, до теплосилових установок, що працюють по розімкнутому циклі Ренкіна на низькокип'ячих робочих тілах.

Винахід призначений для використання в стаціонарних і транспортних енергетичних установках, що перетворюють теплову енергію в механічну й електричну.

Винахід базується на застосуванні зрідженого азоту як робочого тіла і на використанні для одержання корисної роботи його потенційної енергії [1] при одночасному використанні теплоти згоряння органічного палива.

Використання рідкого азоту в рушійній установці як робоче тіло відомо [2]. Установка працює по розімкнутому безконденсаційному циклі Ренкіна і містить ємність з робочим тілом - зрідженим азотом, живильний насос, теплообмінник для випару і перегріву пари азоту за рахунок теплоти атмосферного повітря, рекуперативний підігрівник азоту теплою азоту, що відпрацював, пароперегрівник азоту за рахунок електроенергії, що підводиться ззовні з використанням теплового акумулятора у вигляді ємності з середовищем, що є гріючим (стосовно робочого тіла) і що циркулює в замкнутому трубному контурі за допомогою окремого насоса, і двигун - розширювальну машину, з вихідного вала якої знімається корисна робота.

Описані рушійній установці властиві наступні недоліки:

неможливість одержання високого ККД уста-

новки по двох обставинах - по-перше, через неможливість досягти гранично високого рівня перегріву робочого тіла за умовою жароміцності металу відповідних вузлів (на сьогодні в паросилових установках освоєним є рівень перегріву водяної пари, що дорівнює 600°C [1]). В описаній установці такий високий рівень перегріву неможливий через обмеження, пов'язані з теплофізичними властивостями застосовуваної рідини, що гріє, (наприклад, термостійка нафтохімічна олія - верхня робоча температура до 240°C, синтетична олія - до 350°C, розплави солей - до 410°C [3] і надійністю роботи насоса, що перекачує цю рідину і, по-друге, через неможливість здійснити глибоку регенерацію теплоти азоту, що відпрацював, тому що в рекуперативному перегрівнику, що грає роль регенератора, температури холодного і гарячого теплоносіїв дуже близькі між собою і навіть, як показують розрахунки, при робочих тисках вище 0,7МПа холодний і гарячий теплоносії можуть мінятися місцями, що в принципі виключає можливість регенерації теплоти азоту, що відпрацював;

необхідність використання для функціонування установок електричної енергії в кількостях, порівнянних з корисною роботою на вихідному валу або перевищуючих цю роботу, як показують розрахунки фахівців ХНАДУ, у 1,7-2,3 рази при температурі перегріву пари 600°C, що означає заперечення даної рухової установки;

обмерзання робочих поверхонь теплообмінника, в якому випарюється рідкий азот і перегрівав-

(13) A

(11) 69891

(19) UA

ється його пара при низьких криогенних температурах за рахунок охолодження атмосферного повітря, яке прокачується крізь міжтрубну порожнину, що веде до втрати працездатності теплообмінника;

наявність в установці теплового акумулятора з теплоакumuлюючою рідиною, додаткового насоса з його приводом і автономним циркуляційним контуром для переміщення рідини, що гріє, значно ускладнює установку, збільшує її масу, габарити і вартість.

Відомка також прийнята за прототип рушійна установка [4], що містить ємність для збереження рідкого азоту, живильний насос, теплообмінник, з'єднаний з навколишнім середовищем, ємність для робочого тіла - стиснутого і нагрітого до температури, близької до навколишнього середовища і двигун - розширювальна машина. Установка працює по розімкнутому безконденсаційному циклі Ренкіна з застосуванням у якості вихідного робочого тіла рідкого азоту і з використанням його потенційної енергії (термічної ексергії).

До недоліків рушійної установки-прототипу варто віднести:

низький ККД через недостатній перегрів азотної пари, який здійснюється тільки за рахунок теплообміну з навколишнім середовищем;

обмерзання робочих поверхонь теплообмінника, що випаровує азот при низьких (криогенних) температурах (мінус 170-180°C) і що перегріває отриману пару до температури близької 0°C за рахунок охолодження атмосферного повітря, яке прокачується крізь міжтрубну порожнину, при цьому волога, що міститься в повітрі, конденсується, замерзає й у вигляді льоду і снігу осаджується на поверхнях теплообмінника, захащуючи прохідний перетин, що веде до втрати працездатності теплообмінника і всієї установки;

відсутність регенерації азотної пари, що відробила, після розширювальної машини також знижує ККД установки;

відсутність додаткового джерела для підведення теплоти до робочого тіла перед його розширенням, наслідком чого є зменшення в тричотири рази корисної роботи на 1 кг рідкого азоту.

В основу винаходу поставлена технічна задача удосконалити азотну рушійну установку шляхом більш повного використання потенційної енергії зрідженого азоту, підвищення рівня перегріву азотної пари, введення глибокої регенерації теплоти азотної пари, що відпрацювала, забезпечити підвищення ККД установки, знизити питому витрату робочого тіла й усунути обмерзання робочих поверхонь агрегату, що випаровує рідкий азот.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомій рушійній установці, що включає ємність для збереження рідкого азоту, живильний насос, теплообмінник і силовий агрегат (розширювальну машину турбінного, поршневого чи іншого типу), відповідно до винаходу теплообмінник виконаний у вигляді котла-регенератора, теплоізований від навколишнього середовища по обох теплоносіях - холодному (стиснутому азоту) і гарячому (відпрацьованому азоту) і зв'язаний з живильним насосом по холодному теплоносію, а з розширювальною машиною - по гарячому тепло-

носію й у неї додатково на виході холодного теплоносія з котла-регенератора введено котел-пароперегрівник, обладнаний пальником.

На фіг. показана схема установки, що заявляється, де: 1 - ємність для збереження рідкого азоту; 2 - живильний насос; 3 - котел-регенератор; 4 - котел - пароперегрівник; 5 - пальник; 6 - силовий агрегат.

Рушійна установка, що заявляється, працює так: у теплоізованій ємності 1 рідкий азот зберігається при атмосферному тиску Р н.с. і температурі скраплення (насичення), що відповідає цьому тиску. З ємності 1 живильний криогенний насос 2 нагнітає рідкий азот у котел-регенератор 3 при заданому тиску, наприклад, 1 МПа, де відбувається ізобарний процес випару азоту і перегріву отриманої пари до температури, що трохи перевищує температуру навколишнього середовища t н.с. за рахунок регенерації теплоти азоту, що відпрацював в розширювальній машині. При цьому азот, що відпрацював, знаходячись при тиску близькому атмосферному, охолоджується від початкової температури, наприклад, 250°C до кінцевої температури біля мінус 180°C і викидається в атмосферу.

Таким чином, випар і значний початковий перегрів азоту відбувається частково за рахунок потенційної енергії (термічної ексергії), що міститься в зрідженому азоті. Далі азот надходить у котел-пароперегрівник 4, де продовжує ізобарно перегріватися до встановленої робочої температури 600°C за рахунок теплоти палива, наприклад, природного газу. Для організації якісного сумішоутворення палива з повітрям і якісного здійснення процесу згоряння котел-пароперегрівник має пальник 5. Після котла-пароперегрівника азот з робочими тиском і температурою надходить у силовий агрегат - розширювальну машину, де, розширюючись до тиску близького до атмосферного, виконує корисну роботу.

Суттєві відмінності установки, що заявляється, у порівнянні з прототипом знаходяться в причинно-наслідковому зв'язку з одержуванним технічним результатом: обмерзання теплообмінника ліквідується тим, що випар рідкого азоту і початковий перегрів його пари здійснюється не за рахунок теплообміну з атмосферним повітрям, як у прототипі, а за рахунок теплообміну з «сухим» азотом, що відпрацював у розширювальній машині, тобто за рахунок регенерації теплоти, що міститься в ньому. Для цього в установку впроваджено функціонально новий агрегат - котел-регенератор, виконаний, наприклад, у вигляді рекуперативного протиточного теплообмінника, теплоізованого від навколишнього середовища по обох теплоносіях.

Підвищення ККД установки забезпечується досягненням максимального перегріву робочого тіла, що обмежується лише жароміцністю деталей, що контактують з гарячими продуктами згоряння палива. Для забезпечення такого рівня перегріву азоту в установку впроваджено безпосередньо після котла-регенератора другий функціонально новий агрегат котел-пароперегрівник, що працює на тепловій енергії органічного палива. На промислових підприємствах, де працюють могутні повітря роз'єднуючі установки, що переробляють

30000-50000м³/год. повітря з метою одержання лише кисню, і існує проблема утилізації рідкого азоту як побічного продукту, застосування даного винаходу, що використовує зріджений азот як робоче тіло і як енергоносіє, може забезпечити одержання дешевої механічної й електричної енергії.

Крім того, якщо в якості палива застосовувати природний газ і забезпечувати високу якість процесу згоряння, то рушійна установка, що заявляється, може бути досить екологічно нешкідливою.

Витрата рідкого азоту на одержання 1кВт/год, корисної роботи в установці, що заявляється, як показують розрахунки, у 3-5 разів (у залежності від максимального тиску циклу) менше, ніж у прототипі. Такі низькі питомі витрати робочого тіла і високий ККД установки забезпечуються застосуванням максимально високого рівня перегріву азотної пари у впровадженому в установку котлі-пароперегрівнику й ефективним використанням в

котлі-регенераторі (впровадженим в установку замість теплообмінника, що обмерзає) потенційної енергії, що міститься в зрідженому азоті.

Рішення, що заявляється, з зазначеним технічним результатом не відоме з рівня техніки, воно не є очевидним для фахівця в даній області, його промислове застосування очевидне, тому воно відповідає критеріям винаходу. Просимо розглянути рішення, що заявляється, і надати йому правовий захист.

Перелік посилань:

1. Алабовський А.Н. Недужий И.А. Техническая термодинамика и теплопередача. - Киев: Вища шк., 1990. - 255с.
2. А. С. СССР №17883127, А1, кл. F01K25/00 Двигательная установка транспортного средства.
3. Бекман Г., Гили П. Тепловое аккумулярование энергии. Перевод с англ. Москва: Мир. 1978. - 272с.
4. Патент України №22721 А, кл. F01K25/00, Рушійна установка транспортного засобу.

