

Даний винахід відноситься до теплових машин, зокрема до двигунів, що працюють за циклами Карно і Брайтона. Конкретніше, даний винахід відноситься до нових застосувань цих двигунів.

Одним з небезпечних явищ при підземній розробці родовищ корисних копалин є те, що у разі обвалення частини пласта, людей, які працюють під землею, може роздавити або вони можуть задихнутися. Задушення в такій ситуації може статися через те, що персонал знаходиться в обмеженому просторі і тому має обмежений доступ кисню. Як правило, забезпечення постійного постачання кисню в тунелі, які проходять через підземну виробку, обов'язкове, однак задушення може статися через те, що таке постачання кисню в тунель переривається.

Тому важливо евакуювати людей, які опинились під землею в результаті обвалення в шахті, якомога швидше. Один шлях прискорити евакуацію - це мати аварійний транспортний засіб, здатний спускатися в шахту і рятувати тих, хто залишився у живих. Такі транспортні засоби зазвичай називають шахтними рятувними машинами (ШРМ). Однак через те, що кількість кисню, що постачається, як правило, обмежена у випадку обвалення, важливо, щоб згадані транспортні засоби були здатні працювати в середовищі, збідненому на кисень, або безкисневому середовищі.

Задача винаходу - створити двигун, здатний працювати в середовищі, збідненому на кисень, або такому, що його не містить. Ще одна задача винаходу - створити транспортний засіб, здатний працювати у безкисневому або збідненому на кисень середовищі.

В першому аспекті даний винахід пропонує поршневий двигун, який включає відділення, що має два суміжні, перше і друге, підвідділення і принаймні одну рухома перегородку, причому ця принаймні одна рухома перегородка встановлена так, що може рухатись і змінювати об'єм згаданих суміжних підвідділень, при цьому двигун включає теплоакумулювальний засіб для нагрівання першого газу, що міститься всередині першого підвідділення, відносно другого газу, що міститься всередині другого підвідділення; двигун також включає теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу першому газу, при цьому згадана принаймні одна рухома перегородка встановлена так, щоб періодично змінювати об'єм суміжних підвідділень внаслідок нагрівання першого газу і виробляти в результаті механічну енергію, при цьому двигун включає засоби циклічного переміщення газу для періодичного переміщення першого газу з першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб.

В другому аспекті даний винахід пропонує спосіб вироблення механічної енергії, який включає такі етапи:

а) підготовку поршневого двигуна, який включає відділення з двома суміжними підвідділеннями і принаймні однією рухома перегородкою, причому ця принаймні одна рухома перегородка встановлена так, що може рухатись і змінювати об'єм згаданих підвідділень, при цьому двигун також включає теплоакумулювальний засіб для нагрівання першого газу, що міститься всередині першого суміжного підвідділення, відносно другого газу, який міститься всередині другого суміжного підвідділення; двигун також включає перший теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу першому газу, при цьому згадана принаймні одна рухома перегородка закріплена так, що періодично змінює об'єм суміжних підвідділень внаслідок нагрівання першого газу, в результаті чого виробляється механічна енергія;

б) періодичне переміщення першого газу з першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб.

В третьому аспекті даний винахід пропонує газотурбінний двигун із замкненим циклом, що включає компресор для стискання газу, який подають у впускну частину турбіни, теплоакумулювальний засіб, зв'язаний з ним перший теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу газу або перед його входженням в турбіну, або після входження газу в турбіну, при цьому газотурбінний двигун виконано з можливістю подавати відпрацьований газ газової турбіни в компресор і включає другий теплопередавальний засіб для передачі тепла відпрацьованого газу стисненому газу перед прокачуванням його через перший теплопередавальний засіб.

В четвертому аспекті даний винахід пропонує газотурбінний двигун із замкненим циклом, який включає компресор для стискання газу, який подають у впускну частину турбіни, теплоакумулювальний засіб і зв'язаний з ним головний теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу газу або перед його входженням в турбіну, або після входження газу в турбіну, при цьому газотурбінний двигун виконано з можливістю подавати відпрацьований газ газової турбіни в компресор і включає допоміжний теплопередавальний засіб для відведення тепла з відпрацьованого газу перед прокачуванням його через компресор.

В п'ятому аспекті даний винахід пропонує спосіб вироблення механічної енергії, який включає такі етапи:

а) підготовку газотурбінного двигуна із замкненим циклом, що включає компресор для стискання газу, який подають у впускну частину турбіни, теплоакумулювальний засіб і зв'язаний з ним перший теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу газу перед входженням газу в турбіну або після його входження в турбіну, при цьому газотурбінний двигун виконано з можливістю подавати відпрацьований газ газової турбіни в компресор; і

б) передавання тепла відпрацьованого газу стисненому газу перед прокачуванням останнього через перший теплопередавальний засіб.

В шостому аспекті даний винахід пропонує спосіб вироблення механічної енергії, який включає такі етапи:

а) підготовку газотурбінного двигуна із замкненим циклом, що включає компресор для стиснення газу, який подають у впускну частину турбіни, теплоакумулювальний засіб і зв'язаний з ним головний теплопередавальний засіб для передачі тепла від теплоакумулювального засобу газу перед входженням газу в турбіну або після входження його в турбіну, при цьому газотурбінний двигун виконано з можливістю подавати відпрацьований газ газової турбіни в компресор; і

б) передавання тепла відпрацьованого газу перед прокачуванням його через компресор.

В сьомому аспекті даний винахід пропонує транспортний засіб (сухопутний, морський або повітряний), який включає двигун згідно з першим, третім або четвертим аспектом даного винаходу.

Згідно з наступним аспектом даний винахід пропонує поршневий двигун, що включає контейнер, який має відділення з суміжними першим і другим підвідділеннями, розділеними рухомою перегородкою, впускний і випускний отвори, теплоакумулювальний засіб, теплопередавальний засіб і систему трубопроводу, що з'єднує випускний отвір з теплопередавальним засобом і теплопередавальний засіб з впускним отвором, причому тепло від теплоакумулювального засобу передається за допомогою теплопередавального засобу газу, що знаходиться в трубопроводі, для приведення в рух рухомої перегородки з метою періодичної зміни об'єму суміжних підвідділень, що забезпечує можливість циклічної циркуляції газу по системі трубопроводу і вироблення механічної або електричної енергії.

Краще, якщо поршневий двигун працює за циклом Стирлінга, який складається з чотирьох чітких термодинамічних процесів ізотермічного стиснення, нагрівання постійного об'єму, ізотермічного розширення і охолодження постійного об'єму.

Також краще, якщо система трубопроводу включає трубу, з'єднану на одному кінці з випускним отвором, розміщеним приблизно посередині контейнера, а на своєму протилежному кінці - з теплопередавальним засобом.

Краще, щоб система трубопроводу також включала трубу, з'єднану з впускним отвором, розміщеним на одному кінці контейнера, а на протилежному кінці - з випускним отвором теплопередавального засобу.

Краще також, щоб в системі трубопроводу між теплопередавальним засобом і випускним отвором циліндра був під'єднаний регенератор.

Пропонований транспортний засіб може виконувати функцію шахтної рятівної машини.

Теплоакумулювальним засобом може бути теплоакумулювальний елемент.

Таким теплоакумулювальним елементом може бути теплоакумулювальний елемент з рідкою сіллю.

Теплоакумулювальним елементом з рідкою сіллю може бути теплоакумулювальний елемент з хлоридом натрію (NaCl), фторидом літію (LiF) або фторидом натрію (NaF).

Теплоакумулювальний елемент з рідкою сіллю, використаний для приведення в дію шахтної рятівної машини, у кращому варіанті здатний забезпечувати 1000кВт запасеної енергії при температурі в межах 650-1000°C. Тому кращою вагою теплоакумулювального елемента з рідкою сіллю, а саме з NaCl, LiF або NaF, є 3,96, 2,35 або 2,97 тони, відповідно.

Теплоакумулювальний засіб може бути виконаний здатним підтримувати перший газ поршневого двигуна при температурі приблизно 650°C.

Поршневий двигун може включати другий теплопередавальний засіб для передачі тепла від другого суміжного підвідділення.

Згаданий другий теплопередавальний засіб може бути виконаний здатним підтримувати друге суміжне підвідділення при температурі приблизно 15°C.

Як варіант, теплоакумулювальний засіб і перший теплопередавальний засіб можуть бути виконані здатними утримувати перше суміжне підвідділення поршневого двигуна при температурі, більшій ніж 700°C, а другий теплопередавальний засіб може бути виконаний здатним підтримувати друге суміжне підвідділення поршневого двигуна приблизно при кімнатній температурі.

Перший теплопередавальний засіб може включати перший теплообмінник.

Цей перший теплообмінник може бути виготовлений з інконелю або температуростійкої нержавіючої сталі 253.

Другий теплопередавальний засіб може включати другий теплообмінник.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може крім того включати етап нагрівання першого суміжного підвідділення таким чином, що його температура буде на 600°C вище, ніж температура другого суміжного підвідділення.

Перший та/або другий теплообмінник може включати третій газ.

Перший і другий гази можуть бути такими самими, як і третій газ.

Першим і другим газами можуть бути повітря, аміак, аргон, діоксид вуглецю, монооксид вуглецю, гелій, водень, метан, кисень або водяна пара, перевага ж віддається гелію.

Якщо перший і другий гази відрізняються від третього газу, тоді краще, щоб третім газом був водень.

Третій газ може включати перший газ, при цьому перший теплообмінник працює в результаті

проходження через нього першого газу.

Краще, якщо третім газом є газ високого тиску з тиском приблизно 15-25 мегапаскалів.

Засіб циклічного переміщення газу може включати трубку.

Поршневий двигун може включати регенератор, який містить засоби поглинання і виділення тепла для періодичного поглинання тепла з першого газу і в подальшому передачі тепла першому газу після його охолодження.

Регенератор може крім того включати перегородку, яка з'єднує перше і друге суміжні підвідділення і яку встановлено з можливістю переміщення першого і другого газів між першим і другим суміжними підвідділеннями.

Як варіант, регенератор може додатково включати теплопоглинальний елемент і трубку, причому трубка розміщена таким чином, щоб переносити перший газ з однієї частини першого суміжного підвідділення через теплопоглинальний елемент в іншу частину першого суміжного підвідділення.

Поршневий двигун може включати комбінований засіб, що поєднує засіб циклічного переміщення газу і регенератор, для виконання комбінованої функції: засобу циклічного переміщення газу і регенератора, причому цей комбінований засіб має засіб поглинання і виділення тепла регенератора і перший теплообмінник першого теплопередавального засобу, при цьому згаданий комбінований засіб виконаний з можливістю пропускати перший газ послідовно через засіб поглинання і виділення тепла і перший теплообмінник перед повторним введенням в перше суміжне підвідділення.

Перший газ може здійснювати циркуляційний цикл від першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб, засіб поглинання і виділення тепла або комбінований засіб, що об'єднує засіб циклічного переміщення першого газу і регенератор, під дією підйімальної сили тепла, внаслідок чого перший газ здійснює циркуляційний цикл в перше суміжне підвідділення і з нього в результаті конвекції.

Поршневий двигун може включати насос для перекачування першого газу в перший теплопередавальний засіб, засіб поглинання і виділення тепла або комбінований засіб, що об'єднує засіб циклічного переміщення газу і регенератор, та/або з них.

Згадана принаймні одна рухома перегородка може являти собою одиничну перегородку для розділення відділення на два суміжні підвідділення, причому ця одинична рухома перегородка встановлена так, що герметично з'єднує відділення, так що перший газ не може змішуватися з другим газом.

Відділення може бути витягнутим, а одинична рухома перегородка може бути орієнтована поперек поздовжньої осі відділення і встановлена з можливістю пересування вздовж довжини відділення.

Поршневий двигун може включати витіснювач для витиснення першого газу, причому витіснювач установлений так, що може рухатись в залежності від згаданої принаймні однієї рухомої перегородки

Витіснювач може бути встановлений з можливістю переміщення в витягнутому відділенні вздовж довжини цього відділення, при цьому витіснювач може рухатись, на 90° не співпадаючи за фазою зі згаданою одиничною рухомою перегородкою.

З іншого боку, згадана принаймні одна рухома перегородка може включати першу і другу рухомі перегородки, які встановлені так, що, по суті, герметично контактують з першим і другим суміжними підвідділеннями, відповідно, причому перший і другий гази можуть вільно змішуватись.

Перший і другий гази можуть вільно змішуватись в результаті проходження через регенератор.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап циклічного переміщення першого газу з першого суміжного підвідділення через перший теплообмінник і знову в перше суміжне підвідділення.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап циклічного переміщення першого газу через регенератор перед проходженням першого газу через перший теплообмінник.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап циклічного переміщення першого газу під дією підйімальної сили тепла, в результаті чого перший газ здійснює цикл завдяки конвекції.

Як варіант, спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап прокачування першого газу через перший теплообмінник та/або регенератор.

Засіб циклічного переміщення газу може включати пристрій регулювання потоку для регулювання об'ємної швидкості потоку першого газу, що здійснює циркуляційний цикл з першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб.

Пристрій регулювання потоку у кращому варіанті встановлено таким чином, щоб регулювати об'ємну швидкість потоку першого газу, який здійснює циркуляційний цикл з першого суміжного підвідділення, і не регулювати швидкості потоку першого газу, який повертається в перше суміжне підвідділення.

Пристрій регулювання потоку у кращому варіанті встановлено так, щоб регулювати об'ємну швидкість потоку першого газу, який здійснює циркуляційний цикл в регенератор.

Пристрій регулювання потоку може включати клапан.

Пристрій регулювання потоку може включати дросельний клапан.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості потоку першого газу, який здійснює циркуляційний цикл з першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб.

Спосіб згідно з другим аспектом даного винаходу може додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості потоку газу, який здійснює циркуляційний цикл з першого суміжного підвідділення в перший теплопередавальний засіб через пристрій регулювання потоку.

Газотурбінний двигун згідно з третім аспектом даного винаходу може включати допоміжний теплопередавальний засіб.

Газотурбінний двигун згідно з четвертим аспектом даного винаходу може включати другий теплопередавальний засіб.

Спосіб згідно з п'ятим аспектом даного винаходу може додатково включати етап передавання тепла відпрацьованого газу перед його прокачуванням через компресор.

Спосіб згідно з шостим аспектом даного винаходу може додатково включати етап передавання тепла відпрацьованого газу стисненому газу перед тим, як його прокачають через головний теплопередавальний засіб.

Згідно з наступним аспектом даний винахід пропонує газотурбінну систему із замкненим циклом, яка включає компресор для отримання стисненого газу, газову турбіну для приймання стисненого газу, теплоакумулювальний засіб, який має перший теплопередавальний засіб і пристосований для приймання стисненого газу з компресора і перенесення стисненого газу в газову турбіну, другий теплопередавальний засіб для приймання відпрацьованого газу з газової турбіни і передачі його в компресор, причому другий теплопередавальний засіб пристосований передавати тепло відпрацьованого газу перед його перенесенням в компресор.

Краще, якщо другий теплопередавальний засіб пристосований передавати тепло відпрацьованого газу стисненому газу перед його прийняттям теплоакумулювальним засобом.

Краще також, якщо другий теплопередавальний засіб включає теплообмінник.

Компресор газотурбінного двигуна може бути пристосований для стискання газу згідно зі співвідношенням 6,2:1.

Теплоакумулювальний засіб і зв'язані з ним перший і головний теплопередавальні засоби газотурбінного двигуна можуть бути виконаними здатними підтримувати температуру газу, що входить в газову турбіну, відносно постійною, приблизно 930°C.

Газотурбінний двигун може являти собою газотурбінний двигун із зволоженням, який включає пристрій упорскування рідини для в стиснений газ після його виходу з компресора і перед нагріванням його за допомогою першого або головного теплопередавального засобу, і пристрій конденсації рідини для наступного конденсації рідини з відпрацьованого газу перед його подачею в компресор.

Рідину можна конденсації з відпрацьованого газу або перед тим, як відпрацьований газ пройде через другий теплопередавальний засіб, або після того.

Рідину, яку впорскує пристрій упорскування рідини, можна вибрати такою, що пристрій конденсації рідини не буде потрібен, тому що ця рідина конденсається з відпрацьованого газу автоматично.

Рідину, яку впорскує пристрій упорскування рідини, можна вибрати такою, що другий теплопередавальний засіб буде зменшувати температуру відпрацьованого газу приблизно до температури оточуючого середовища перед проходженням газу в компресор без використання допоміжного теплопередавального засобу.

Згадана рідина може включати воду, краще дистильовану.

Компресор газотурбінного двигуна із зволоженням у кращому варіанті виконано здатним стискати газ згідно зі співвідношенням, більшим ніж 15:1 або рівним йому.

Компресор може бути виконаний з можливістю стискати газ згідно зі співвідношенням, меншим ніж 30:1 або рівним йому.

Описувана газова турбіна може бути потужнішою за турбіну в 1МВт або мати таку саму потужність.

Компресор і перший або головний теплопередавальний засіб можна скомпонувати так, що температура стисненого газу, який виходить з компресора, становитиме приблизно 400°C, і так, що пристрій упорскування рідини зменшуватиме температуру стисненого газу приблизно до 195°C.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап нагрівання газу або перед входженням його в газову турбіну, або після входження, щоб підтримувати температуру газу, що входить в газову турбіну, відносно постійною, приблизно 930°C.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етапи:

а) упорскування рідини в стиснений газ після його виходу з компресора і перед нагріванням його за допомогою першого або головного теплопередавального засобу,

б) конденсації згаданої рідини з відпрацьованого газу перед подачею його в компресор.

Перший і головний теплопередавальні засоби, кожний, можуть включати головний теплообмінник, який встановлено так, щоб передавати тепло від теплоакумулювального засобу

стисненому газу при перекачуванні останнього через головний теплообмінник, при цьому компресор розміщено так, щоб перекачувати стиснений газ через головний теплообмінник.

Стиснені гази, що мають високу питому теплоємність, дають в результаті високу вихідну потужність газотурбінного двигуна, однак вони не такі ефективні, як гази з низькою питомою теплоємністю, бо утримують більше тепла, виходячи у вигляді вихлопу з турбіни. Тому газом газотурбінного двигуна може бути повітря, аміак аргон, діоксид вуглецю, монооксид вуглецю, гелій, водень, метан, кисень або водяна пара перевага ж віддається гелію.

Головний теплообмінник може бути сконструйовано так, щоб підвищувати температуру стисненого газу приблизно до 900°C або вище.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап передавання тепла від теплоаккумулятивного засобу стисненому газу через головний теплообмінник.

Другий теплопередавальний засіб може бути встановлено так щоб зменшувати температуру відпрацьованого газу приблизно до 200°C і підвищувати температуру газу, що виходить з компресора, приблизно до 400°C.

Другий теплопередавальний засіб може включати рекуператор.

Рекуператор може включати допоміжний теплообмінник.

Допоміжний теплопередавальний засіб може бути встановлено так, щоб відводити тепло з відпрацьованого газу після проходження останнього через другий теплопередавальний засіб.

Допоміжний теплопередавальний засіб може бути встановлено так, щоб зменшувати температуру відпрацьованого газу приблизно до 30°C

Допоміжний теплопередавальний засіб може включати третій теплообмінник

Цей третій теплообмінник може включати пристрій рідинного охолодження для пропускання охолоджувальної рідини через третій теплообмінник з метою відведення тепла з відпрацьованого газу.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап передавання тепла від відпрацьованого газу стисненому газу перед прокачуванням останнього через перший або головний теплопередавальний засіб з використанням рекуператора.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть крім того включати етап передавання тепла від відпрацьованого газу перед прокачуванням останнього через компресор з використанням третього теплообмінника.

Газотурбінний двигун згідно з третім і четвертим аспектами даного винаходу може додатково включати пристрій регулювання об'ємної швидкості газового потоку для регулювання об'ємної швидкості газу, що тече через газотурбінний двигун.

Пристрій регулювання об'ємної швидкості газового потоку може бути встановлено з можливістю дроселювання газотурбінного двигуна для регулювання його вихідної потужності шляхом обмеження об'ємної швидкості газу, що тече через газотурбінний двигун.

Пристрій регулювання об'ємної швидкості газу може включати клапан.

Пристрій регулювання об'ємної швидкості газу може бути розташований так, щоб регулювати об'ємну швидкість газу, що тече між допоміжним теплопередавальним засобом і компресором.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості газу, що тече через газотурбінний двигун, з метою дроселювання газотурбінного двигуна і регулювання його вихідної потужності.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості газу, що тече через газотурбінний двигун, з використанням пристрою регулювання об'ємної швидкості потоку.

Газотурбінний двигун згідно з третім і четвертим аспектами даного винаходу може додатково включати пристрій регулювання об'ємної швидкості рідини для регулювання об'ємної швидкості рідини, яка впорскується в стиснений газ пристроєм упорскування рідини, з метою регулювання вихідної потужності газотурбінного двигуна.

Пристрій регулювання об'ємної швидкості рідини може включати пропорційний інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД регулятор).

Під регулятор може бути розміщений так, щоб регулювати об'ємну швидкість рідини, яку впорскують в стиснений газ, пропорційно об'ємній швидкості стисненого газу.

Під регулятор може бути розміщений так, щоб регулювати вихідну потужність газотурбінного двигуна шляхом регулювання і об'ємної швидкості газу, що тече через газову турбіну, і об'ємної швидкості рідини, яка впорскується в стиснений газ за допомогою пристрою упорскування рідини.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості рідини, яку впорскують в стиснений газ, для регулювання вихідної потужності газотурбінного двигуна.

Способи згідно з п'ятим і шостим аспектами даного винаходу можуть додатково включати етап регулювання об'ємної швидкості рідини, яку впорскують в стиснений газ, з використанням пристрою регулювання об'ємної швидкості рідини.

Поршневі та газотурбінні двигуни згідно з першим, третім і четвертим аспектами даного винаходу, кожний, можуть бути скомпоновані так, щоб приводити в дію гідравлічний насос/двигун, генератор, засіб передачі механічної енергії або один чи більше із зазначених механізмів у

комбінації для регулювання механічної потужності цих двигунів.

Генератор може бути встановлено так, щоб заряджати електричний акумулювальний пристрій, який, в свою чергу, можна встановити так, щоб приводити в дію електродвигун.

З іншого боку, краще, щоб генератор був так розміщений, щоб приводити в дію безпосередньо електродвигун.

Гідравлічний насос/двигун може бути скомпонований таким чином, щоб приводити в дію транспортний засіб за допомогою гідравлічних двигунів.

Поршневий і газотурбінний двигуни, кожний, можуть бути скомпоновані так, щоб приводити в дію коробку передач.

Коробка передач газотурбінного двигуна може мати передаточне відношення приблизно 6:1. Таке передаточне відношення може відповідати співвідношенню 35000 6000об/хв..

Газотурбінний двигун може бути встановлений так, щоб приводити в дію гідравлічний насос з похилою шайбою.

Транспортний засіб може включати гідравлічний насос/двигун, генератор, засіб передачі механічної енергії або один чи більше із згаданих механізмів у комбінації для регулювання механічної потужності поршневого або газотурбінного двигуна.

Транспортний засіб може також включати коробку передач, а транспортний засіб, який приводиться в дію газотурбінним двигуном, може також включати гідравлічний насос з похилою шайбою.

Коробка передач такого транспортного засобу може бути скомпонована так, щоб приводити в дію згаданий гідравлічний насос.

Згідно з іншим аспектом даний винахід пропонує теплоакумулювальний пристрій, що включає контейнер з впускним отвором, випускним отвором, теплоакумулювальною речовиною і теплопередавальним засобом, пристосованим для перенесення текучого середовища в контейнер для проходження через теплоакумулювальну речовину і виведення цього текучого середовища через випускний отвір.

Краще, щоб текучим середовищем був газ.

Теплоакумулювальна речовина може являти собою розплавлену хімічну сполуку, наприклад хлорид літію.

Текуче середовище можна пропускати у вигляді бульбашок від дна контейнера через теплоакумулювальну речовину і назовні через випускний отвір.

Теплопередавальний засіб може включати принаймні одну трубку принаймні з одним випускним отвором, розміщеним біля дна контейнера.

Далі буде описано кращий варіант даного винаходу тільки як приклад, з посиланням на наступні креслення.

Фіг.1 - схематичний вигляд у розрізі одного прикладу запропонованого поршневого двигуна.

Фіг.2 - схема технологічного циклу одного прикладу запропонованого газотурбінного двигуна.

Фіг.3 - ілюстрація теплового елемента згідно з одним варіантом даного винаходу.

На Фіг.1 показаний поршневий двигун 10, який, як правило, включає поршень 12, витіснювач 14, циліндр 16, маховик 18, шатуни 20 і 22, теплообмінник 24 з тепловим елементом з рідкої солі, регенератор 26, дросельний клапан 28 і теплообмінник 30. Поршень 12 ковзає вгору і вниз вздовж циліндра 16. Зовнішня циліндрична поверхня поршня 12 щільно прилягає до внутрішньої поверхні циліндра 16. Витіснювач 14 за формою подібний до поршня, але його верхня поверхня є півсферичною і відповідає верхній внутрішній поверхні циліндра 16. На відміну від поршня 12 витіснювач 14 нещільно прилягає до внутрішньої поверхні циліндра 16. Витіснювач 14 рухається вгору і вниз вздовж циліндра 16. Рух витіснювача 14 і поршня 12 відносно один одного зумовлений їхнім з'єднанням з маховиком 18. Поршень 12 з'єднаний з маховиком за допомогою шатуна 22, а витіснювач 14 з'єднаний з маховиком 18 за допомогою шатуна 20. Шатуни 20 і 22 прикріплені до маховика 18 таким чином, що поршень 12 і витіснювач 14 пересуваються всередині циліндра 16 зі зміщенням по фазі на 90° відносно один одного.

Поршень 12 розділяє циліндр 16 на верхній і нижній кінці, або відділення 32 і 34, відповідно. Всередині верхнього і нижнього кінців, 32 і 34, знаходиться газоподібний гелій. Газоподібний гелій може також вільно проходити через холодну і гарячу труби 36 і 38, відповідно, які дають можливість газоподібному гелію текти з циліндра 16 через регенератор 26 та теплообмінник 24 з тепловим елементом з рідкої солі. Холодна труба 36 відходить майже перпендикулярно від циліндра 16 приблизно на половині його довжини, а гаряча труба 38 проходить вгору від верхньої поверхні циліндра 16. Холодна труба 36 з'єднує циліндр 16 з регенератором 26, а гаряча труба 38 з'єднує циліндр 16 з теплообмінником 24 з тепловим елементом з рідкої солі. Холодна труба 36 також продовжується за межами регенератора 26 і з'єднує останній з теплообмінником 24 з тепловим елементом з рідкої солі.

Нижня половина циліндра 16 прикріплена до теплообмінника 30, призначеного відбирати тепло від нижньої половини циліндра 16. Теплообмінник 24 з тепловим елементом з рідкої солі у поєднанні з регенератором 26 та холодною і гарячою трубами 36 і 38, призначені нагрівати газоподібний гелій, що міститься у верхньому кінці циліндра 16. В результаті нагрівання газу, що знаходиться у верхньому кінці 32 циліндра 16, та охолодження газу, що знаходиться в нижньому кінці 34 циліндра 16, поршень 12 здійснює зворотно-поступальний рух вгору і вниз всередині циліндра 16 згідно з теоретичним циклом Карно. Рух поршня 12 надає обертання маховику 18.

Тому двигун 10 здатний перетворювати теплову енергію на механічну.

Оскільки поршень 12 і витіснювач 14 з'єднані з маховиком 18, їх рух можна було б використовувати для вироблення не механічної, а електричної енергії. Такий варіант можна було б здійснити, наприклад, прикріпивши магніти до шатуна, наприклад шатуна 20, і надавши можливості шатуну рухатись уперед і назад через катушку. Цей варіант, однак, вимагав би пружини або подібної деталі, здатної ініціювати переміщення поршня 12 вгору. У варіанті, зображеному на Фіг.1, таке переміщення вгору забезпечується інерцією маховика 18.

Зворотно-поступальний рух поршня 12 і витіснювача 14 відбувається в результаті такого циклу Газоподібний гелій з верхнього кінця 32 циліндра 16 проходить через холодну трубу 36, через регенератор 26 і входить в теплообмінник 24 з тепловим елементом з рідкої солі. Теплообмінник з тепловим елементом з рідкої солі призначений передавати тепло від теплового елемента з рідкої солі газу, що проходить через теплообмінник. По мірі проходження через теплообмінник газоподібний гелій нагрівається і потім проходить через гарячу трубу 38 у верхній кінець циліндра 16. Гарячий газоподібний гелій має можливість проходити вниз через верхній кінець 32 циліндра 16 між зовнішньою бічною стінкою витіснювача 14 і внутрішньою бічною поверхнею циліндра 16. Тому гарячий газ заповнює верхній кінець 32 циліндра 16. В результаті розширення гарячого гелію утворюються сили, що діють і на поршень 12, і на витіснювач 14, і викликають їхній рух униз. По мірі руху поршня 12 і витіснювача 14 вниз гарячий газ охолоджується в результаті роботи, яку він виконав з поршнем 12 і витіснювачем 14. По мірі охолодження газ проходить через холодну трубу 36 в регенератор 26. Регенератор виконаний з можливістю відбирати тепло газу, що проходить через нього. Оскільки рух поршня 12 і витіснювача 14 в циліндрі 16 продовжується, газ всередині нього охолоджується ще більше. Коли поршень 12 знаходиться у своєму найнижчому положенні в циліндрі 16, охолодження газу у верхньому кінці 32 циліндра 16 створює в результаті вакуум, і поршень 12 всередині циліндра 16 починає рухатись вгору. Рух поршня 12 вгору також полегшується завдяки інерції маховика 18. По мірі руху поршня 12 вгору, прохолодний газ, який знаходиться у верхньому кінці 32 циліндра 16, виходить з цього верхнього кінця, проходить через холодну трубу 36 і потім через регенератор 26. Під час проходження через регенератор 26 холодний газ поглинає тепло від регенератора 26, яке було увібране з газу всередині циліндра 16 у попередній частині описуваного циклу. Тому газ, що проходить через холодну трубу 36, попередньо нагрівається в регенераторі 26 перед тим, як пройти через теплообмінник з тепловим елементом з рідкої солі. По мірі проходження через теплообмінник з тепловим елементом з рідкої солі, газ нагрівається і, як вже говорилося, потім проходить через гарячу трубу 38 і входить у верхній кінець циліндра 16, щоб продовжити цикл.

Вихідну потужність двигуна 10 можна регулювати за допомогою дросельного клапана 28. Дросельний клапан 28 можна застосовувати для обмеження об'ємної швидкості газу, який проходить через холодну трубу 36, обмежуючи таким чином швидкість, з якою гарячий газ входить у верхній кінець 32 циліндра 16. Таке обмеження об'ємної швидкості газу при входженні в циліндр 16 веде в результаті до того, що вихідна потужність двигуна 10 зменшується або дроселюється. Таким чином, дросельний клапан 28 можна використовувати для збільшення або зменшення вихідної потужності двигуна 10.

Витіснювач 14 має три основні функції. Він забезпечує певне зусилля, спрямоване вниз, яке допомагає обертатися маховику, обертання якого створює рушійну силу для переміщення вниз поршня 12. Витіснювач 14 також зменшує об'єм верхнього кінця 32 циліндра 16, а це означає, що для початку руху вниз поршня 12 потрібне менше розширення гарячого газу. І нарешті, витіснювач 14 діє як теплоприймач, а це означає, що він приймає участь в нагріванні газу у верхньому кінці 32 циліндра 16.

Тепловий елемент з рідкої солі являє містить рідку сіль у вигляді фториду натрію вагою приблизно 2,97 тонн. Цей тепловий елемент теплообмінника 24 і регенератор 26 призначені для двигуна 10 і сконструйовані так, що температура і тиск в регенераторі 26 і теплового елементі теплообмінника 24 не перевищує приблизно 800°C і 15-25МПа, відповідно.

Поршневий двигун 10, що працює таким чином, можна застосовувати для приведення в дію транспортного засобу. Для шахтної рятівної машини краще застосовувати тепловий елемент з рідкої солі, здатний забезпечувати 1000кВт накопичуваної енергії при температурі 650-1000°C. Хлорид натрію (NaCl), фторид літію (LiF) і фторид натрію (NaF) - всі ці солі здатні забезпечувати енергію 1000кВт в температурному діапазоні 650-1000°C, і NaF, здається, є найкращим компромісом між зменшенням кількості або ваги солі, необхідної для забезпечення енергії 1000кВт, та мінімізацією вартості. Приблизно 2,97 тонн NaF здатні задовольнити згадану розрахункову потребу теплового елемента з рідкої солі для шахтної рятівної машини.

Поршневий двигун 10 за Фіг.1 здатний забезпечувати вихідну потужність приблизно 100кВт. Хоча така вихідна потужність спроможна приводити в дію шахтну рятівну машину, краще, якщо така машина буде приводитись в дію джерелом енергії більшої потужності, ніж поршневий двигун. Газотурбінний двигун 22 за Фіг.2 здатний забезпечувати вихідну потужність приблизно 236кВт і тому на сьогодні перевага віддається йому як джерелу енергії для приведення в дію шахтної рятівної машини.

Краще, якщо поршневий двигун працює за принципом двигуна Стирлінга і включає ізотермічне стискання, нагрівання постійного об'єму, ізотермічне розширення і охолодження постійного об'єму згідно з циклом Карно, причому робочу вихідну потужність поршневого двигуна

вимірюють площею, охопленою циклом на діаграмі тиск-об'єм.

На Фіг.2 показано газотурбінний двигун 40 із зволоженням, який, як правило, включає газову турбіну 42, тепловий елемент з NaF і пов'язаний з ним теплообмінник 44, рекуператор 46, газорідинний теплообмінник 48, зволожувач 49, клапан 50 регулювання об'ємної швидкості газу і компресор 52. Газотурбінний двигун 40 являє собою двигун замкнутого циклу; відпрацьований газ, що виходить з газової турбіни 42, пропускають по каналу в компресор 52, який потім прокачує цей відпрацьований газ назад на вхід газової турбіни 42. Стиснений газоподібний гелій, прокачуваний компресором 52 від компресора 52 на вхід газової турбіни 42, проходить спочатку через зволожувач 49, потім через рекуператор 46 і, нарешті, через тепловий елемент з NaF і пов'язаний з ним теплообмінник 44 попадає до газової турбіни 42. Газом, прокачуваним через газотурбінний двигун 40, є гелій. Компресор 52 стискає відпрацьований газ згідно з відношенням 15:1.

Рекуператор 46 - це, по суті, теплообмінник, що передає тепло відпрацьованого газу стисненому газу, який потім прокачують через теплообмінник, зв'язаний з тепловим елементом з NaF. Температура відпрацьованого газу, який виходить з газової турбіни, становить приблизно 470°C. Температура газу, що виходить з компресора 52, - приблизно 400°C. Зволожувач 49 зменшує температуру газу, який виходить з компресора 52, приблизно до 195°C, а рекуператор 46 підвищує температуру стисненого газу приблизно до 400°C перед його проходженням через теплообмінник, зв'язаний з тепловим елементом з NaF.

Прокачування стисненого газу через теплообмінник, зв'язаний з тепловим елементом з NaF, дає в результаті підвищення температури стисненого газу приблизно до 930°C.

Після проходження через рекуператор 46 відпрацьований газ має температуру приблизно 200°C. Тому цей газ необхідно пропустити через газорідинний теплообмінник 48, щоб зменшити температуру відпрацьованого газу перед його проходженням через компресор 52. Газорідинний теплообмінник 48 зменшує температуру відпрацьованого газу приблизно до 30°C. Через газорідинний теплообмінник 48 прокачують охолодну воду 51.

Клапан 50 регулювання об'ємної швидкості газу розміщено між газорідинним теплообмінником 48 і компресором 52. Клапаном 50 можна дроселювати газотурбінний двигун 40 шляхом обмеження потоку газу в газову турбіну 42. Клапан 50 регулювання об'ємної швидкості газу являє собою вакуумно-нагнітальний насос, що керується системою керування 3 газу після його виходу з газорідинного теплообмінника 48 і перед його проходженням через клапан 50 конденсується дистильована вода 53.

Як пояснювалось вище, клапан 50 регулювання об'ємної швидкості газу можна використовувати для зменшення або збільшення вихідної потужності 54 газової турбіни 42. Однак потужність 54 на виході газотурбінного із зволоженням двигуна 40, якщо застосовувати цей метод, послаблюється. Вважають, що, регулюючи об'ємну швидкість дистильованої води 56, що входить у зволожувач 49, вихідну потужність 54 можна регулювати без шкідливого впливу на вихідну потужність газотурбінного двигуна 40. Для регулювання об'ємної швидкості дистильованої води 56, що входить у зволожувач 49, підходить пропорційний інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД регулятор). ПІД регулятор міг би регулювати об'ємну швидкість дистильованої води 56 пропорційно регулюванню об'ємної швидкості газу, регульованого клапаном 50, так що вихідна потужність 54 регулюватиметься і клапаном 50, і ПІД регулятором.

Згідно з іншим варіантом даного винаходу у зволожувач 49 можна впорскувати рідину, здатну максимізувати кількість теплоти, яку можливо акумулювати у вигляді прихованої теплоти в процесі зміни стану твердого на рідкий та/або рідкого на газоподібний. Для зниження температури відпрацьованого газу, що входить в компресор 52, газорідинний теплообмінник 48 може бути модифіковано з метою включення етапу наддуву, який може додатково знизити температуру відпрацьованого газу. Це може викликати необхідність використання на вихідному отворі теплообмінника 48 пристрою типу труби Вентурі. В цій ситуації можна обійтися без клапана 50 регулювання об'ємної швидкості потоку.

Краще, щоб газова турбіна працювала з дотриманням згаданих співвідношень і циклів, але у модифікованій формі.

Хоча в описаному кращому варіанті даного винаходу використано воду, також можна використовувати іншу рідину, наприклад аміак.

Для приведення в дію шахтної рятівної машини можна застосувати газову турбіну Алісона T63-A-700 (250-C18) з вихідною потужністю приблизно 236кВт. Розрахункова ефективність вищеописаного газотурбінного двигуна 40 становить приблизно 37%. Краще, якщо згаданий тепловий елемент з NaF здатний забезпечувати 1000кВт накопичуваної енергії для передачі тепла стисненому газу при температурі 650-1000°C. Для цього, як уже пояснювалось при описі поршневого двигуна 10, потрібно 2,97 тонн NaF. Газову турбіну Алісона з'єднують з коробкою передач, яка має передаточне відношення приблизно 6:1 (35000:6000об/хв) і, в свою чергу, з'єднана з гідравлічним насосом з похилою шайбою, призначеним передавати енергію гусеничним ланкам або колесам шахтної рятівної машини через ряд гідравлічних двигунів.

На Фіг.3 показаний тепловий елемент згідно з одним варіантом даного винаходу. Тепловий елемент 60 має, як правило, циліндричну форму з вводом 61 для газу через верхню секцію 62. Ввід 61 для газу являє собою циліндричну трубу, що проходить через центр контейнера 60 і біля його дна розгалужується під кутом 90° в трубу 63 з отворами на кожному кінці.



Контейнер заповнено високотемпературною сіллю, нагрітою до розплавленого стану. Контейнер виготовлено з керамічного матеріалу, здатного практично не випускати тепло із внутрішньої частини контейнера.

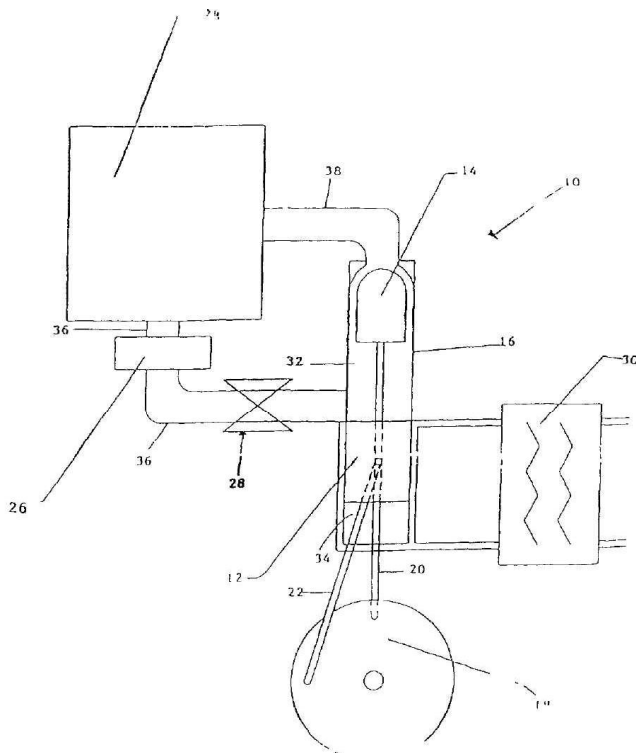
З верхньої секції 62 контейнера 60 виходить труба 64 для випуску газу.

В процесі роботи газ прокачують через трубу 61, і він виходить через кінці труби 63 в нижню частину контейнера 60. Газ, який перебуває під тиском, проходить у вигляді бульбашок через розплавлену сіль, якою може бути хлорид літію, і поглинає тепло. Газ потім виходить через випускную трубу із значно більш високою температурою.

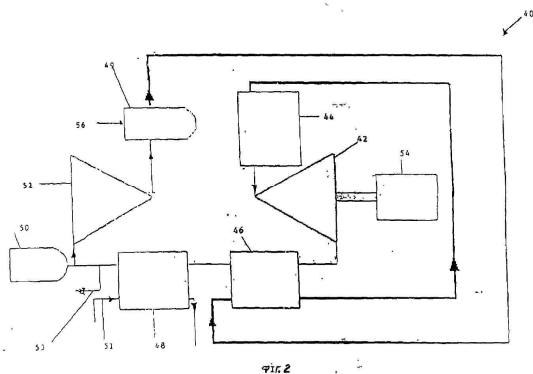
Газ, що проходить у вигляді бульбашок через розплавлену сіль, перебуває з нею в прямому контакті. Це відрізняється від існуючих теплових елементів, в яких тепло повинно проходити через металеву перешкоду у вигляді системи труб теплообміну. Вважають, що теплопередача з прямим контактом при пропусканні газу у вигляді бульбашок буде приблизно у декілька сотень разів вищою, ніж в традиційних трубчастих теплообмінниках з непрямым контактом. Більш того, очікують, що вартість виготовлення такого теплоакумулювального пристрою буде значно меншою, ніж вартість традиційних теплоакумулювальних пристроїв.

Розмір теплового елемента можна також зменшити завдяки відсутності необхідності в системі труб теплообміну.

Згідно з іншим варіантом даного винаходу газ можна пропускати у вигляді бульбашок через розплавлену сіль, застосовуючи інші методи виводу газу.



ФІГ 1



ФІГ 2