



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **35719** (13) **U**
(51) МПК (2006)
F03G 7/05 (2006.01)
F25B 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЦІЛОРІЧНОГО ОДЕРЖАННЯ ТЕПЛА І ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК ПОТЕНЦІАЛУ МОРСЬКОЇ ВОДИ

1

(21) u200705592

(22) 21.05.2007

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ПРИТУЛА ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, РУСОВ ЄВГЕН ХРИСТОФОРОВИЧ, UA, ГОГОЛЬ ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ГОГОЛЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ, UA

(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ, UA

(57) Спосіб цілорічного одержання тепла і електроенергії за рахунок потенціалу морської води шляхом передачі тепла морської води робочій речовині, який **відрізняється** тим, що процес одержання тепла і електроенергії здійснюється за

2

участю циклу теплового насоса, причому у процесі додатково бере участь проміжний теплоносіє, тому спосіб реалізується у двох напрямках: перший - тепло морської води з температурним рівнем для даної пори року поглинається проміжним теплоносієм і передається робочій речовині, яка при затраті у циклі зовнішньої роботи передає на більш високому температурному рівні всю суму тепла від морської води і теплового еквівалента зовнішньої роботи споживачам системи опалення і гарячого водопостачання; другий - рідка робоча речовина, яка знаходиться під високим тиском під час адіабатного розширення, приводить у рух турбодетандер, зв'язаний з електрогенератором, що виробляє електроенергію.

Корисна модель відноситься до холодильної техніки та енергетики. Спосіб одержання тепла і електроенергії знайде попит на підприємствах харчової і переробної промисловості, на об'єктах переробки морепродукції а також у фермерських господарствах, розташованих на узбережжі моря.

Згаданий спосіб безперечно знайде застосування при опаленні та водоенергопостачанні житлових масивів на узбережжі, санаторіях, домах відпочинку, у спортивних комплексах. Використання у теплонасосному циклі способу розширення рідини від тиску конденсації до кипіння у турбодетандері значно зменшує незворотні втрати, а головне - робота розширення у детандері перетворюється у електроенергію в електрогенераторі.

Прийняття також способу відведення тепла морської води за допомогою рециркуляційного замкнутого циклу етиленгліколю забезпечить стабільну і високоефективну теплопередачу завдяки відсутності потрапляння у систему намулу, водоростей, піску, та істот у вигляді креветок, мідій, мальків риби, не зважаючи на наявність сітчастих фільтрів, що має місце у відкритих системах. Розміщення безпосередньо у воді аміачних або фреонових випарникових секцій викликає серйозні труднощі конструктивного характеру у питаннях

гарантованої безпеки експлуатації розгалуженої системи подачі рідини і повернення пари до компресора. Магістралі у даному випадку повинні бути із металевих труб підвищеної міцності і корозійностійкості, а також надійними зварними і роз'ємними з'єднаннями, особливо в умовах шторму.

Нижче розглянуті аналоги і прототипи, аналіз яких надає можливість об'єктивно охарактеризувати пропонуємий спосіб і пристрій для його здійснення.

[AC SU 1495494 AI F03G7/00 23.07.89. Бюл. №27]

Мета - зниження витрат на одержання за рахунок використання тиску суміші робочої речовини і термальної води при одночасному підвищенні безпеки роботи. Спосіб здійснюється за наступною схемою.

У піднімальну геотермальну свердловину накачують робочу рідину через встромляючу трубку. При цьому геотермальна вода і робоча рідина взаємно нерозчинні, а щільність робочої рідини нижче геотермальної води.

Під тиском робочої рідини, що створюється циркуляційним насосом в піднімальну свердловину термальна вода видавлюється зі свердловини і

(19) **UA** (11) **35719** (13) **U**

по зливальній магістралі суміш рідини і води надходить у відстійник безперервної дії.

Для ефективного розподілу середовищ у відстійнику за рахунок різниці щільностей необхідно створити мінімальну швидкість руху суміші, що не повинна перевищувати 10^{-3} м/с. У цих умовах і при дебіті свердловини глибиною 3000 м 50 кг/с діаметр відстійника дорівнює 4 м, і об'єм його складає майже 70 м^3 , а об'єм робочої рідини близько 20 м^3 .

Після поділу компонентів термальна вода по трубі надходить у теплообмінник, де віддає тепло водопровідній воді, що нагрівається, і нагнітається насосом у нагнітальну свердловину в глибинний проникливий шар. У процесі роботи відстійник підживлюється робочою рідиною з ємності за допомогою перемикаючої арматури.

У роботі зазначено, що повторне накачування робочої речовини в піднімальну свердловину здійснюється після розділення робочої речовини і термальної води шляхом їхнього відстоювання при тиску вище тиску насичення при температурі суміші вище її відкачки.

Геотермальна вода з зазначеної глибини володіє високим температурним потенціалом, тому для його збереження доцільно швидко здійснювати розділення робочої рідини і термальної води. Запропонований спосіб відстоювання найменш ефективний. Якщо врахувати наявність у великому об'ємі конвективних струмів, викликаних різницею щільностей і утворенням локальних температурних зон у зовнішньої поверхні відстійника, то, по-перше, тривалий процес відстою приводить до втрати значної частини коштовного геотермального тепла, а, по-друге, недосконалий спосіб розділення шляхом відстоювання приводить до постійного витоку дорогої робочої речовини, що разом з охолодженою термальною водою скидається в нагнітальну свердловину проникного шару.

У даному випадку кращим можна вважати спосіб розділення середовищ шляхом сепарації.

[АС 1495492 F03G7/04, F01K25/00; 23.07.89. Бюл. №27].

Океанська енергетична установка.

Мета корисної моделі - підвищення ефективності.

Установка складається із сонячного ставка зі світлопропускаючим огороженням, замкнутого контуру низькокиплячого робочого тіла (фреони, аміак і ін.) з циркуляційним насосом, випарником, турбогенератором, конденсатором, магістралей, системи підготовки питної води. Рідке робоче тіло циркуляційним насосом подається у випарник, занурений в об'єм сонячного ставка, де, поглинаючи тепло сонячного ставка, кипить, і пари надходять у турбогенератор, виконуючи корисну роботу. Після турбіни пара надходить у конденсатор, охолоджуваній морською водою, відтіля рідина знову нагнітається насосом у випарник, далі цикл повторюється. У паровому просторі сонячного ставка розміщені труби, усередині яких циркулює холодна морська вода, а під трубами розташовані конденсатозбірники, з'єднані із системою підготовки питної води. Пари води, що випаровуються з поверхні ставка, конденсуються на холодних трубах, і дистиллят з конденсатозбірників по трубах надходить у систему підготовки питної води. До дистилляту для

підсолювання підмішують морську воду із системи охолодження конденсатора і труб у сонячному ставку. Частина води, що випаровується з поверхні ставка, компенсується подачею в ставок води після конденсатора. Ефективність установки досягається включенням у схему системи підготовки питної води, зв'язаної з паровим простором сонячного ставка.

Насамперед, звертає увагу відсутність згадування про яку-небудь теплову акумуляцію сонячного ставка, що у даному випадку забезпечує енергетичний потенціал тільки в сонячні дні. Вечірні, нічні і ранкові години приведуть до різкого зниження різниці температур між водою ставка і морської охолодної, що у свою чергу знизить тиск кипіння, ефект тепломасообміну і корисну роботу турбіни.

На початку вечора знизиться ефект пароутворення з поверхні ставка, а потім цілком припиниться і зникне конденсат, що харчує систему підготовки води.

У результаті система володіє малоефективним і нестабільним характером.

[АС SU 1643893 F25B29/00; 23.04.91. Бюл. №15].

Мета корисної моделі - підвищення ефективності утилізації тепла відходів у чорній металургії, хімічній і інших галузях.

Установка складається з теплоприемника, у який надходить утилізоване тепло, проміжного охолоджувача пари, дросельного пристрою, сепаратора, компресора, що працює на водяній парі, конденсатора, паропроводу низького і високого тиску. Крім цього, у систему включена система хімводоочищення з деаератором і приймач для продувних вод.

Робота установки здійснюється в такій послідовності. Викидні теплі води надходять у теплоприемник і підігрівають циркуляційну воду, приблизно на 20°C . Потім вода подається на проміжний охолоджувач пари де додатково нагрівається за рахунок сприйняття тепла стиснення пари в компресорі. Нагріта до високої температури вода проходить через дросель, де знижується температура і тиск від 0,3 до 0,02 МПа. Після дроселя пароводяна суміш надходить у сепаратор, відквіля пар засмоктується компресором а вода йде на повторну рециркуляція. Пара в компресорі стискується від 0,02 до 0,275 МПа і температури 196°C і по паропроводу високого тиску частина їх надходить у конденсатор і в технологічний приймач, де пара змішується з оброблюваними речовинами і віддаляється назовні. З конденсатора вода, проходячи через дросель, у виді парорідинної суміші надходить у сепаратор, відквіля пари знову засмоктуються компресором.

Втрати води в технологічному теплоприемнику компенсуються додаванням води в систему з блоку хімводоочистки з деаератором. Зниження засоленості досягається постійною продувкою циркуляційної води після насоса в приймач продувних вод.

Аналізуючи процеси роботи установки, стає очевидним, що наявність у циркуляційному контурі проміжного охолоджувача пари цілком достатньо для забезпечення кругового циклу, а тепло, утилізуєме в теплоприемнику-випарнику раціонально

використовувати на побутові цілі, де неможливе застосування теплоджерел високих параметрів, одержуваних при стисненні пари в компресорі. У даному випадку тепло підігрітої води в теплоприємнику знецінюється, тому що разом з теплом стиснутої пари надходить на дроселювання з багаторазовим зниженням тиску і значному зниженні температури.

Уявляється доцільним утилізувати тепло підігрітої води, що виходить з теплообмінника-охолоджувача пари шляхом розміщення між ним і дроселем додаткового теплообмінника-утилізатора.

[А.С. 305327 МПК F25B29/00, 04.06.1971. Бюл. №18].

Установка для тепло- і водопостачання з використанням тепла геотермального джерела.

Мета - раціональне використання геотермального джерела з більш низькою температурою.

Установка містить у собі низьке геотермальне джерело, два паливних насоси з випарниками і конденсаторами, котел - накопичувач гарячої води для системи опалення, системи гарячого і холодного водопостачання. Конденсатор основного теплового насоса обслуговує тільки систему опалення, де вода підігрівается теплом конденсуємої пари холодоагенту, стисненої компресором.

Робота установки полягає в подачі води з геотермального джерела у випарники обох теплових насосів, де тепло води поглинається киплячим холодоагентом, пара якого засмоктується компресорами, а охолоджена вода надходить у систему водопостачання.

Крім випарників вода з джерела надходить безпосередньо в конденсатор теплового насоса, що обслуговує систему гарячого водопостачання. Тепло конденсації пари обох теплових насосів автономно направляється у систему опалення і гарячого водопостачання.

Звертає на себе увага відсутність яких-небудь дублюючих елементів, що забезпечили б взаємозамінність систем при неминучих поломках. Адже основна мета установки додаткового теплового насоса - підвищити тепловий потенціал системи опалення, а не гарячого водопостачання, але при виході з ладу основного теплового насоса система опалення не буде діяти. Викликає сумнів можливість і надійність геотермального джерела, що безперебійно обслуговував би системи опалення і водопостачання без підстрахування зовнішніми джерелами водозабезпечення. Не обговорені заходи щодо усунення шкідливого впливу солей, що утримуються в джерелі, що у процесі роботи будуть відкладатися на поверхнях конденсатора, що обслуговує систему гарячого водопостачання.

[А.С. SU 1758370 F25B29/00; 30.08.92. Бюл. №32. А.С. 536367 F24B17/00; 1973].

Мета - оптимізація процесів регулювання теплопродуктивності установки, призначеної для систем опалення і гарячого водопостачання. Установка містить компресор, із приводом від теплового двигуна, конденсатор, дросельний пристрій і випарник, які зв'язані загальним циркуляційним контуром.

Крім цього конденсатор зв'язаний з окремим контуром споживача тепла низького потенціалу, а

система охолодження двигуна привода компресора і вихлопна система зв'язана через теплообмінник-утилізатор з контуром споживача тепла високого температурного рівня.

Міжпорожнинний теплообмінник за допомогою байпасної лінії і регулюючого пристрою з датчиком температури і регулятором числа обертів двигуна забезпечує передачу теплоти з низькотемпературного контуру у високотемпературний і навпаки.

Постійний контроль і регулювання параметрів забезпечують оптимальну теплопродуктивність установки. Високотемпературний контур живиться теплом системи охолодження двигуна і його вихлопних газів.

Якщо розглядати запропонований пристрій в аспекті сьогоденного рівня техніки й екологічної культури, то воно являє собою повний анахронізм, тому що не коректно ні з погляду екологоекономіки ні експлуатації. Не буде пального - не буде ні опалення, ні гарячої води. Подібна система може працювати тільки при стабільному енергозабезпеченні.

У роботі не зазначене джерело теплової енергії, що надходить у випарник, може це тепло вихлопних газів двигуна, тому контур теплового насоса став джерелом тепла низького потенціалу.

[А.С. 966451 F25B29/00; F25B11/00; F01K25/10; 15.10.82. Бюл. №38].

Мета - підвищення економічності й експлуатаційної надійності.

Установка містить газовий компресор, камеру згорання, куди надходить газ або паливе, газову турбіну, розміщену на одному валові з компресором і електрогенератором. У газовому контурі розміщений теплогенератор зі споживачем тепла й економайзер, у який насосом подається для нагрівання мережна вода (охолоджувач продуктів згорання), сепаратор - для відділення краплинної вологи, турбодетандер на одному валові з електрогенератором і холодильною камерою зі споживачем холоду. Газовий тракт закінчується вихлопною лінією.

Установка працює за таким способом.

Компресор засмоктує зовнішнє повітря і нагнітає його в камери згорання, у яку подається газ або рідке паливо. З камери згорання гарячий потік газів з високим тиском надходять у турбіну, що надає руху електрогенераторові і компресорові. Гази зі зниженим тиском і температурою продовжують проохолоджуватися в теплогенераторі й економайзері, а потім в охолоджувачі газів для видалення краплинної вологи, що уловлюється у сепараторі. Охолоджені газы надходять у турбодетандер, що обертає електрогенератор, при цьому температура газу, що розширюється, знижується до від'ємних значень і надходить у холодильну камеру, де циркулює холодоносії. З холодильної камери газы викидаються назовні.

Переваги циклу полягають у запобіганні попадання кристалів льоду в турбодетандер, збільшенні міжремонтного періоду і тривалості роботи потокової частини детандера.

Якщо після турбодетандера в холодильній камері холодоносії проохолоджується до низьких температур, то з метою спрощення замість автономного джерела холоду в охолоджувач газу мож-

на підвести лінію холодоносія для уловлювання краплинної вологи.

Для гарантованого осушення краплинної вологи перед охолоджувачем газу доцільно розмістити легкозмігні патрони з регенеруємим адсорбентом.

Оскільки вода в теплогенераторі нагрівається до стану кипіння, то солі, що утримуються в мережній воді приведуть до інтенсивного відкладання водяного каменю на поверхнях труб, що погіршує теплопередачу.

Розглянуті способи і пристрої по використанню поновлюємих енергоресурсів геотермальних джерел, тепла океанської води, викидних теплих вод, теплонасосних установок, що підвищують тепловий потенціал речовини, а також універсальних комплексів, що забезпечують одночасне одержання електроенергії, тепла і холоду, мають недоліки, які характерні недосконалістю конструкції і неефективністю використання енергоджерел.

Найбільш близьким до заявленого і використовуваному як прототип є.

[A.C. SU 1654606 F03G7/05, 6/02; 07.06.91. Бюл. №21 і патент США 4537030 кл. F03G7/04; 1985].

Установка для вироблення електроенергії за рахунок використання теплової енергії океану.

Мета - підвищення ефективності установки при будь-якій її орієнтації.

Установка складається з пароутворювача (випарника), зануреного в поверхневі шари океану, пароперегрівника, що складається з колекторів, труб і сферичних екранів, що сприймають тепло сонячного випромінювання і герметичного блоку, усередині якого розміщена турбіна на одному валові з електрогенератором і циркуляційний насос. У нижній частині блоку розміщений конденсатор пари робочого тіла.

Блок разом з пароперегрівником закріплений на крижаній поверхні айсберга.

Пароутворювач і сонячний пароперегрівник з'єднані трубопроводами підведення пари до перегрівника і відводу конденсату до пароутворювача.

Робота установки здійснюється в денний час, коли низькокипляче робоче тіло в пароутворювачі, сприймаючи тепло верхніх шарів океану, скипає, і насичена волога пара по трубах направляє в колектори і сонячний сферичний пароперегрівник, де звільняється від крапельок робочого тіла. Перегріта пара по опускаючому трубопроводу надходить у турбіну, розширюється і надає рух турбогенераторові, що виробляє електроенергію. Після турбіни пара конденсується в конденсаторі, який охолоджується поталою водою айсберга. Рідке робоче тіло циркуляційним насосом знову подається в пароутворювач. Далі цикл повторюється.

Відомо, що будь-які енергетичні установки характеризуються стабільністю робочих характеристик, надійністю в роботі, доступністю в експлуатації і високій питомій ефективності протягом тривалого терміну роботи.

Розглянутий випадок використання енергії океану, на жаль, позбавлений багатьох з перерахованих якостей.

Насамперед, як і в АС SU 1495492 (океанська енергетична установка) спосіб одержання енергії океану носить локальний і недосконалий характер,

внаслідок того, що весь ефект від одержуваної енергії океану замикається і залежить від використання енергії сонячного випромінювання. Використання енергії в геліоустановках носить нестабільний характер з постійним наростанням енергоефективності, що досягає екстремума після полудня і зниженням у кінці світлового дня до нуля.

Чи виправдовується сподіваний ефект від епізодично одержуваної енергії перед витратами, зв'язаними з обладнанням площадки на айсбергу, доставкою туди і монтажем устаткування силами альпіністів-екстремалів і періодичне обслуговування комплексу?

В умовах постійного хвилювання поверхні океану і, як наслідок, підмішування холодних потоків поталої води від айсбергу, приводять до необхідності розміщати парообразователь на досить великій відстані від айсберга, а це викликає подовження магістралей і неминуче охолодження пари, що утворилася, і можливу їхню конденсацію, тобто, до зростання незворотних втрат.

Подача енергії споживачеві від електрогенератора почнеться тільки після надійного перегріву пари сонячними променями і подачі їх на турбіну. У процесі роботи можливий парадоксальний випадок, коли в пік нагрівання пари тиск її у пароперегрівнику може перевищити тиск кипіння робочої речовини в пароутворювачі, що порушить цикл роботи турбіни аж до її зупинки.

У нічний час уся пара, що утримується в колекторах і трубах пароперегрівника, сконденсується, і ранком запуск турбіни відновиться тільки після досягнення необхідного рівня перегріву пари а це втрата коштовного «робочого» денного часу і недоданої енергії споживачеві.

Аналіз змісту роботи свідчить про те, що спосіб одержання енергії океану і пристрій для його реалізації не відповідають умовам перманентного енергозабезпечення споживачів, що є основним недоліком об'єктів енергетики.

Крім цього, реалізація способу і пристрою носять обмежений характер, обумовлений специфічними особливостями об'єкта експлуатації.

Технічна задача, на вирішення якої спрямовано корисна модель, полягає у тому, щоб у порівнянні з відомими способами і пристроями запропонований спосіб і пристрій, забезпечить стабільне тепло і енергопостачання споживачів, максимальне використання теплової енергії морської води у будь-яку пору року.

Поставлена задача досягається завдяки оригінальному способу використання теплової енергії морської води за схемою, що включає у себе тепловий насос з турбодетандером і електрогенератором, утилізатор тепла перегрітої пари і теплосприймаючі модулі із графітопластових матеріалів.

Суть способу полягає у тому, що тепло морської води поглинається проміжним теплоносієм - водним розчином етиленгліколю, який рухається усередині труб теплосприймаючих модулів, стаціонарно закріплених на необхідній глибині водойми.

Наведені способи і пристрої для використання відновлюємих енергоджерел носять неефективний, нестабільний і, в основному, періодичний ха-

ракти, що являється ключовою відмінністю у порівнянні із заявленим способом.

Найбільш близьким до заявленого, прототип, відрізняється тим, що теплова енергія океану поглинається безпосередньо киплячою робочою речовиною у пароутворювачі, зануреному у поверхневі шари океану, і утворена пара після проходження допоміжних підігрівачів магістралей додатково підігрівается і потрапляє у сонячний пароперегрівач, а після остаточного перегріву подається на турбіну з електрогенератором, де виробляється електроенергія.

Відпрацьована у турбіні пара надходить до конденсатора, і рідка робоча речовина насосом подається у порожнину пароутворювача, далі цикл повторюється.

Усе енергетичне обладнання знаходиться на окремому айсбергу в океанських просторах. Основним недоліком використання теплової енергії океану є те, що електроенергія може вироблятися тільки при умові наявності перегріву пари у сонячному пароперегрівачеві, дуже складної конструкції, а у жмарту погоду тепла енергії океану недостатньо, тому що робота електрогенератора знаходиться у прямій залежності від наявності інсоляції, яка забезпечує перегрів пари перед турбогенератором.

Таким чином, у жмарту погоду без перегріву пари система не працюватиме, тому що без електроенергії насос не подасть робочу речовину до пароутворювача, внаслідок чого цикл розімкнеться.

Аналізуючи розглянутий спосіб одержання електроенергії відмічається, що сам факт використання інсоляції, у даному разі носить періодичний характер, негативно впливаючий на об'єкти енергопостачання, але якщо додати і випадки погіршення інсоляції внаслідок недоліків роботи пароперегрівача або поганих погодних умов, то можливе повне припинення робочого циклу.

Щодо пристрою, у якому здійснюється використання теплової енергії океану, то всі його елементи, особливо сонячний пароперегрівач, дуже складні, механізм орієнтації екранів потребує участі персоналу, які працюватимуть в умовах небезпечних для життя.

Передача електроенергії споживачам починається тільки після надійного перегріву пари сонячним випромінюванням, на що потребується відповідна частина денного „робочого” часу.

У процесі експлуатації комплексу можливий зворотній хід, тобто коли тиск підігрівача пари в паропідігрівачі перевищить тиск у пароутворювачі, і цикл зупиниться. Подібне явище можливе, коли під час хвилювання поверхневих шарів океану магістралі з вологою парою інтенсивно охолоджуються і почнеться їх часткова конденсація.

Нарешті, транспортування виробленої електроенергії морським або береговим споживачам викликає серйозні труднощі у створенні надійних комунікаційних систем.

На відміну від аналогів і прототипу, де одержання тепла і електроенергії носить нестабільний, періодичний характер і залежить від наявності інсоляції і погодних умов, заявлений спосіб забезпечує стабільне постачання споживачів тепла і

електроенергії як вдень, так і вночі, цілорічно у будь-яку пору року.

Аналізуючи відомі численні способи використання енергоресурсів низького потенціалу, заявник прийшов до висновку, що альтернативи використання циклу теплового насоса немає, тому можливість заявленого способу полягає у тому, що застосування циклу теплового насоса дозволяє вирішити дві задачі: підвищити температурний рівень теплового потоку морської води до рівня, відповідаючого вимогам системи опалення і гарячого водопостачання і, одночасно, одержання електроенергії.

Енергетичні переваги теплового насоса чітко описані у роботі В.С. Мартинівського [Холодильные машины. Пищепромиздат, М. 1950], де окремо зазначається „...Перетворення механічної роботи у теплову енергію за участю теплового насоса завжди у енергетичному відношенні більш доцільне, ніж безпосереднє перетворення електроенергії у тепло, так, на одну калорію електроенергії буде одержана у нагрівальному приладі лише одна калорія тепла, в той час якщо використати електроенергію для привода теплового насоса, то можливо одержати завжди більшу кількість теплової енергії за рахунок того тепла, яке передавалось від оточуючого середовища”. І далі: „... Тепловий насос служить для переносу теплової енергії більш низького температурного потенціалу із оточуючого середовища до тіла, яке має більш високу температуру”.

Крім цього, при наявності у циклі теплового насоса замість дросельного вентиля, детандера-розширювача стисненої робочої речовини, то є можливість повернути частину роботи, затраченої на привід компресора.

Робота розширюваної рідини у детандері приводить у рух електрогенератор, де виробляється електроенергія, а процес детандерного розширення, у порівнянні з дроселюванням, підвищує питому холодопродуктивність циклу завдяки відсутності пароутворення (незворотних втрат) при розширенні. Вказані процеси наведені на рисунку.

Розширення робочої речовини від P_k до P_0 без пароутворення у детандері зменшує незворотні втрати у порівнянні з дроселюванням на величину різниці $(i_1 - i_6'') - (i_1 - i_6')$, що складає додаткову холодопродуктивність циклу.

Включення у цикл теплового насоса процесу утилізації тепла перегрітої пари не тільки забезпечило перегрів води на 25-40°C, але і значне теплове розвантаження конденсатора на 15-30%.

На відміну від аналогів і прототипу, де теплова енергія морської води сприймається безпосередньо робочою речовиною у пароутворювачі, зануреному у верхні шари моря, у заявленому способі тепло морської води спочатку сприймається проміжним теплоносієм з подальшою передачею його робочій речовині.

Система з проміжним теплоносієм не підлягає підвищенню вимогам щодо герметизації, тому що при витіках екологічного забруднення не передбачається але появляється можливість здійснювати розгалужену систему на великі відстані між джерелом тепла і його споживачами.

Подібну задачу з безпосереднім поглинанням

тепла робочою речовиною реалізувати практично неможливо внаслідок великих незворотних втрат, до складу яких відносяться значні гідравлічні опори всмоктучої лінії компресора, які різко знижують його продуктивність, шкідливий підігрів пари у магістралях також зменшує продуктивність циклу і підвищує температуру конденсації що призводить до додаткових витрат енергії циклу. Слід відзначити, що в прототипі всі елементи системи безпосереднього поглинання тепла морської води робочою речовиною повинні бути металеві, а також і металеві магістралі, що значно ускладнює, а, головне, удорожчує задачу боротьби з корозією. Обмеженість у розгалужуванні комунікацій внаслідок великих незворотних втрат ускладнює процес транспортування електроенергії береговим споживачам.

Таким чином, використання циклу теплового насосу при наявності проміжного теплоносія надає можливість одержання теплового потоку на підвищеному температурному рівні за рахунок затрат зовнішньої енергії, яка також перетворюється на тепло, що сумується з основним тепловим потоком від морської води.

Пристрій, у якому здійснюється заявлений спосіб відрізняється деякими оригінальними рішеннями. Наприклад, тепло морської води сприймається поверхнями теплосприймаючих модулів, які занурені на глибину 3-10 м, що у порівнянні з прототипом забезпечує стабільний температурний рівень на дану пору року.

Теплообмінні поверхні модулів виготовляються з інертних до морської води графітопластових матеріалів. Секції модулів об'єднуються магістралями із керамічних труб, які також не кородують у морській воді.

З метою урівноваження гідравлічного опору між теплосприймаючими модулями вони всі об'єднуються трьохтрубною системою рециркуляції.

Наявність утилізатора тепла перегрітої пари робочої речовини забезпечує догрівання на 25-40°C води після конденсатора, яка використовується системою опалення й гарячого водопостачання, і одночасно зменшує теплове навантаження на конденсатор.

Важливою перевагою заявленого способу у порівнянні з аналогом і прототипом - є розміщення усіх елементів пристрою на березі моря, завдяки чому значно спрощуються умови експлуатації, своєчасної профілактики і ремонту, утворюються безпечні, комфортні умови обслуговуючому персоналу у будь-який час на протязі доби або пори року.

Модулі з'єднані магістральними трубами і циркуляційним насосом з випарником.

Модулі зібрані у окремі секції із антегітових труб і колекторів.

Антегіт - графітопластовий матеріал на основі фенолформальдегідної смоли, який інертний до морської води; на його поверхні не накопичуються водорості і морські істоти.

Особливість способу полягає також у тому, що за рахунок тепла морської води, при застосуванні циклу теплового насоса, виявляється можливість одночасного виробництва гарячої води на опалення і побутові потреби, а також - електроенергії, що

виробляється у електрогенераторі, з'єднаному з турбодетандером.

Характерною рисою способу одержання тепла і електроенергії - є те, що робочою речовиною є екологічно безпечний і дешевий аміак, який циркулює у герметичному замкненому контурі.

Пристрій, у якому здійснюється заявлений спосіб має три замкнених рециркуляційних контури і проміжного теплоносія з етиленгліколем, аміачний і водяний системи опалення і гарячої води.

Контур проміжного теплоносія - етиленгліколевий і складається з теплосприймаючих модулів, зібраних у секції з антегітових труб і з'єднаних колекторами прийому холодного і відведення теплого етиленгліколю, магістральних трубопроводів, циркуляційного насоса і випарника, де тепло морської води, перенесене етиленгліколем, поглинається киплячим робочим тілом (аміаком).

Модулі закріплюються на глибині від 3-х до 10м у водоймі, а секції орієнтуються таким чином, щоб теплообмінні труби розташовувались перпендикулярно потоку води зі швидкістю 0,2-0,4м/с (для Чорного моря у напрямку від північно-східного до південно-західного).

Використання природного конвективного потоку значно поліпшує теплопередачу між морською водою і етиленгліколем, який рухається у трубах зі швидкістю 0,2-0,4м/с. Природна конвекція зменшує незворотні втрати, скорочуючи температурний градієнт між водою та етиленгліколем. Випарник ординарної конструкції оснащений теплообмінними трубами з антегіту, що не кородують у морській воді і не піддаються ерозії. Крім цього, антегіт у чотири рази легше за сталь, а коефіцієнт теплопровідності матеріалів однакові.

Використання антегітових теплообмінних поверхонь у модулях і апаратах у порівнянні з металевими підвищує їх довговічність у десятки разів.

Для компенсації об'ємних коливань при зміні температури, а також при поповненні системи при витіках крізь сальники насоса, арматури, нещільності з'єднань у контурі передбачається розширювальний бачок, через який здійснюється заправка системи.

Контур робочої речовини, аміаку, включає у себе компресор, утилізатор тепла перегрітої пари. конденсатор-генератор тепла, турбодетандер-розширювач стисненої рідини і електрогенератор, що сприймає енергію від турбодетандера (з'єднані спільним валом), випарник, із якого компресор всмоктує пару.

Таким чином, випарник виконує функцію вузла, що об'єднує, де усередині труб рухається етиленгліколь, а у міжтрубному просторі кипить аміак.

З метою запобігання можливого руйнування труб внаслідок замерзання етиленгліколю при низькій температурі кипіння аміаку прийнята концентрація етиленгліколю, що відповідає температурі замерзання близько -15°C.

У третьому контурі основним елементом є конденсатор, який об'єднує аміачний і водяний контури за допомогою магістральних трубопроводів з полімерних матеріалів, які не кородують, циркуляційного насоса та системи гарячої води та опалення.

Частина третього контуру по системі опалення виконується замкненою, рециркуляційною, а система споживання гарячої води, при наявності теплообмінника, розімкнену.

Теплообмінна поверхня конденсатора як і у випарника також виконана з антегімових труб.

Спосіб використання теплової енергії морської води у замкненому рециркуляційному варіанті забезпечує максимальну ефективність при мінімальних експлуатаційних витратах внаслідок роботи цієї системи у постійному оптимальному режимі завдяки відсутності забруднень магістралей, теплообмінної поверхні, арматури, насоса морським піском, намулом, водоростями, черепашками, що характерно для систем з розімкненим циклом.

Взаємодія елементів системи у будь-яку пору року залишається незмінною, за винятком необхідності періодичного регулювання температури кипіння аміаку залежно від температури води у відповідний період року, приблизно один раз у три місяці. Температура води на глибині 3-10м достатньо тривалий час незмінна, з незначним коливанням, внаслідок постійного перемішування шарів потоком морської течії, яка рухається повз північно-західного берега Чорного моря зі швидкістю 0,2-0,4м/с.

Після завершення монтажних робіт і перевірки на герметичність усіх елементів системи, приступають до заповнення відповідного контуру робочою рідиною (вода, аміак, етиленгліколь), див Фіг.

1. Теплосприймаючий модуль.
2. Насос рециркуляції проміжного теплоносія - етиленгліколю.
3. Випарник.
4. Компресор.
5. Розширювальний бачок.
6. Утилізатор тепла перегрітої пари аміаку.
7. Конденсатор.
8. Насос рециркуляції води.
9. Електрогенератор.
10. Турбодетандер.
11. Цикл теплового насоса у i-IgP діаграмі і порівняння ефективності детандерного розширення рідини (від P_k до P_o) з процесом дроселювання.

Спочатку у роботу включають циркуляційний насос 2 етиленгліколю, що підігрівається у трубах теплосприймаючих модулів 1, звідки поступає у випарник 3, потім через 5-7 хвилин включають компресор 4, який засмоктує пару з випарника 3, де аміак поглинає тепло від етиленгліколю. Охолоджений етиленгліколь по магістралям під тиском насоса 2 знову повертається у труби теплосприймаючих модулів 1, де підігрівається знову повертається у труби теплосприймаючих модулів 1, де підігрівається морською водою, і цикл повторюється весь час.

Компресор 4 стискає засмоктану пару і нагнітає її спочатку в утилізатор 6, де перегріта пара охолоджується водою до стану близького насиченому, а потім - у міжтрубний простір конденсатора 7, конденсується на поверхні труб, усередині яких циркулює підігріваема вода з системи опалення і водопостачання.

Рідкий аміак під тиском конденсації поступає у турбодетандер 10, де потенційна енергія зтисненої рідини перетворюється на механічну, яка приво-

дить у рух турбіну детандера, зв'язану з електрогенератором 9. Процес адіабатичного розширення рідини від тиску конденсації до кипіння супроводжується зниженням температури і тиску без утворення пари, що значно зменшує незворотні втрати циклу, на відміну від традиційного дроселювання рідини (порівняння на рис. У циклі i-IgP діаграм).

Відомий спосіб детандерного розширення рідини у нашому випадку, крім зменшення незворотних втрат, забезпечило повернення енергії стиснення у електрогенераторі. Рідина з пониженим тиском і температурою заповнює міжтрубний простір випарника 3, де кипить, поглинаючи тепло етиленгліколю.

Рециркуляційний насос системи водопостачання 8 включають у роботу разом з початком роботи компресора 4. Вода із системи під тиском насоса 8 спочатку подається у труби конденсатора 7 і, поглинаючи тепло конденсації, нагрівається до заданої температури і після конденсатора поступає до утилізатора. В утилізаторі вода продовжує нагріватись за рахунок поглинання тепла перегрітої пари. Залежно від об'єму рециркуляційної води, підігрів її в утилізаторі досягає 25-40°C, крім основного підігріву у конденсаторі.

Наявність у схемі утилізатора тепла перегрітої пари дає декілька позитивних факторів. Перш за все, баластне тепло перегрітої пари, володіючи низькою теплопровідністю і теплоємністю відрізняється поганою ефективністю тепловіддачі. Крім цього, перегріта пара, газ, не сконденсується доки не охолоне до насиченого стану, а це займає простір міжтрубного об'єму, а доля неконденсуемого газу у суміші з парою аміаку призводить до підвищення тиску суміші і, як наслідок - додаткова втрата енергії.

Слід також відзначити, що перегріта пара з високою температурою вище 100°C, яка потрапляючи до конденсатора викликає інтенсивне відшарування водяного каменю усередині труб, в результаті чого значно погіршується теплопередача апарата.

Таким чином, завдяки введенню у схему утилізатора тепла перегрітої пари, теплове навантаження апарата зменшується на 15-25%, тобто відсутність у робочому просторі перегрітої пари дозволяє підвищити теплове навантаження конденсатора на 15-25%, не змінюючи його поверхні.

Нарешті, утилізатор тепла перегріву завжди забезпечує одержання значної кількості гарячої води без затрати будь-якої енергії.

Після утилізатора вода потрапляє у систему опалення і на побутові потреби.

У порівнянні з відомими способами і пристроями, використання теплового потенціалу морської води за допомогою теплонасосного циклу, в умовах Чорного моря, не має альтернативи.

Справа у тому, що різниця температур, яку використовують у зарубіжних енергоустановках в екваторіальних водах не завжди виправдана, внаслідок складності конструкції для постійно хвилюючого середовища, серйозної залежності від погодних умов, а головне - обмеженість умов при використанні виробленої енергії споживачами, а транспортування на велику відстань теплоносія і електроенергії недоцільно.

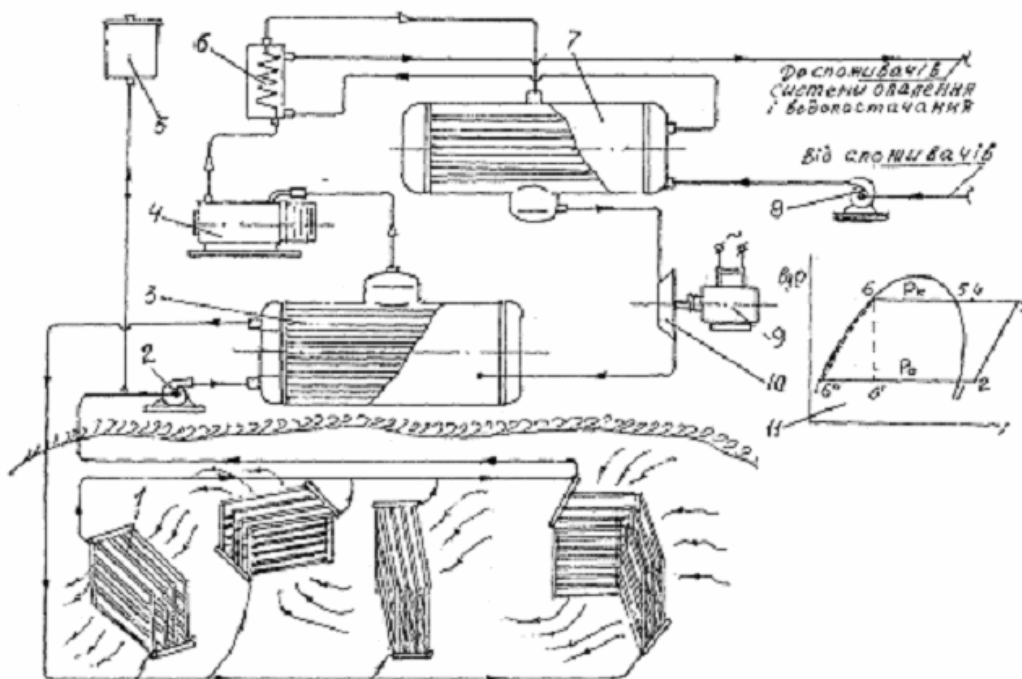
Найбільш доступним і реалізуємим - є спосіб розміщення усього комплексу стабільно на узбережжі, за винятком тепло сприймаючих елементів, які занурюються у воду на певну глибину. Теплопостачальні і енергетичні комунікації можуть розгалужуватись у будь-якому напрямку уздовж берега.

Швидка реалізація способу забезпечується наявністю готового до використання пристрою - теплового насоса - тобто, звичайної холодильної машини. Теплообмінні апарати серійного виробу, а також турбодетандер з електрогенератором підбираються залежно від потужності комплексу.

Єдиний елемент пристрою, який потребує зосередити увагу - це виготовлення секцій тепло сприймаючих модулів із готових антенітових труб, які виготовляються на підприємствах хімічного апаратобудування (наприклад, м. Новочеркаськ, Росія).

Після виготовлення модулів їх потрібно закріплювати на дні моря з урахуванням напрямку течії для утворення умов максимальної теплопередачі.

Усі комунікації, які зв'язують модулі з випарником металеві - із полімерного матеріалу, які інертні до морської води і до них не нашаруються водорості і дрібні морські істоти.



Фіг.